



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 20 (XLVII)
PRAHA
ČERVEN 1974
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚL
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORM

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Karel Bernhard, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Piša, ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1974

■
Vědecký časopis **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA** uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

■
Научный журнал **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA** публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■
The scientific journal **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA** publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Published by the Institute of Scientific and Technical Information. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA** veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Prag 2, Slezská 7.

■
Le journal scientifique **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA** publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de technique agricole. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

ANALÝZA METOD ZJIŠŤOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ S APLIKACÍ NA VÝKALY

M. Velebil

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

VELEBIL M. *Analýza metod zjišťování fyzikálních vlastností materiálů s aplikací na výkaly.* Zem. technika 20 (6) : 305-318, 1974.

V práci je teoreticky zpracována oblast týkající se newtonských a nenewtonských kapalin včetně nejběžněji použitelných modelů pro různé druhy kapalin, jako je pseudoplastika, dilatanty, viskoelastické kapaliny, a to jak tixotropní, tak i reopektické. Záměrem řešení bylo stanovení základních parametrů pro nenewtonskou kapalinu — výkaly. Znalost těchto údajů podmiňuje jako základní materiál práci konstruktérů a stavitelů. Pro tyto účely byl navržen přístroj pracující na principu zařízení s rotujícím válcem pro stanovení vhodnosti kapalin v různých hloubkách přístroj magnetostrikční a přístroj piezoelektrický.

fyzikální vlastnosti výkalů; viskozita; newtonská a nenewtonská kapalina; reologie; konzistence; dilatanta; kapaliny tixotropní; kapaliny reopektické; kapaliny viscoelastické

Dokonalá znalost vlastností materiálů jak po stránce teoretické, tak i praktické je základním předpokladem pro vědecký přístup k řešení problému. Pro zemědělskou techniku v oblasti manipulace s výkaly hospodářských zvířat je rozhodující dokonalá znalost jejich fyzikálních vlastností. Zatím se používalo ke stanovení vlastností výkalů pouze objemové hmotnosti a procenta sušiny. Tyto ukazatele nejsou ovšem charakteristickým znakem, lze je považovat pouze za jednostranně určující. V teorii poznání nových objektivních klasifikačních metod se začínají v literatuře objevovat některé nové práce různých autorů. Obecně však lze konstatovat, že jde o práce dílčí, nekomplexní, které teprve začínají rozpracovávat tuto dosud výzkumně neprozkoumanou oblast agrofyziky materiálů.

TEORETICKÉ ROZBORY PROBLÉMU

Cílem práce bylo podrobně rozebrat současné teoretické znalosti nenewtonských kapalin s možností aplikace poznatých jevů pro kašovitě výkaly a na základě těchto poznání vypracovat objektivní metody vhodné pro stanovení hlavních ukazatelů, které souhrnně označujeme jako fyzikální a mechanické vlastnosti výkalů. Záměrem také bylo sjednotit pojmy a stanovit, eventuálně i aplikovat rozhodující teoretické ukazatele pro případné další práce v problematice kašovitých výkalů.

Fyzikální vlastnost, která charakterizuje odpor proudění v jednoduchých tekutinách, je viskozita. Některé tekutiny tečou rychleji, některé pomaleji, což právě způsobuje jejich viskozita. Z vnějších podmínek, které nejvíce ovlivňují viskozitu, je to teplota a tlak. Z povahy tekutiny nejvíce ovlivňuje viskozitu skupenství látek, popř. složení

směsí. Za tekutiny jsou považovány plyny, kapaliny i práškovité a zrnité pevné látky, popřípadě i směs některých nebo všech těchto uvedených skupenství.

Jsou to např. aerosoly (rozptýlené malé kapalně i tuhé částice v plynech), koloidy (rozptýlené tuhé částice v kapalinách), emulze (rozptýlené kapalně částice v kapalině, které se vzájemně nerozpouštějí) a jiné.

Je tedy nutné vycházet z Newtonova zákona viskozity a ukázat, jak se mění viskozita s podmínkami a povahou tekutiny; dále bude nutné zabývat se neneutonskými tekutinami, pro které není Newtonův zákon adekvátní.

NEWTONŮV ZÁKON VSKOZITY

U skutečných kapalin lze pozorovat, že se kinetická energie proudění, tedy energie neuspořádaného pohybu molekul, zčásti mění v kinetickou energii uspořádaného pohybu molekul — v teplo. Jde v podstatě o vnitřní tření kapalin, které se, jak se ukáže dále, přímo úměrně mění s gradientem rychlosti.

Kdyby se postupovalo od vrstvy k vrstvě, kolmo na směr proudění, bylo by možné změnu rychlosti charakterizovat podílem dv_x/dy , kde dv_x je rozdíl rychlosti mezi dvěma sousedními vrstvami kapaliny, vzdálenými od sebe o dy ve směru kolmém k proudění (obr. 1). Podíl dv_x/dy se nazývá rychlostním gradientem a podle Newtonovy hypotézy je tečné napětí úměrné rychlostnímu gradientu, čemuž odpovídá rovnice

$$\tau_{yx} = \mu \frac{dv_x}{dy} \quad [\text{Nm}^{-2}, \text{Nsm}^{-2}, \text{m}, \text{ms}^{-1}] \quad (1)$$

μ = konstanta úměrnosti, která — pokud nezávisí na rychlostním spádu — se nazývá součinitelem dynamické viskozity a označuje se η .

V těchto případech se takové tekutiny (tj. plyny i kapaliny) obecně nazývají newtonské a platí pro ně tedy uvedeny lineární zákon.

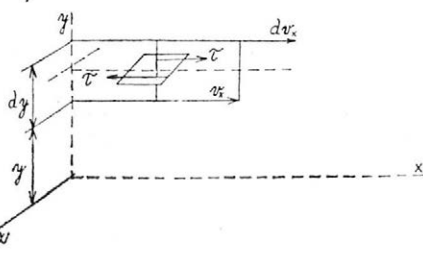
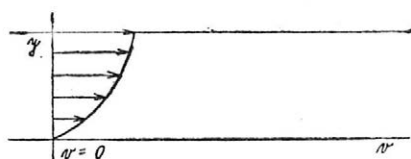
Všechny ostatní anomální kapaliny, obsahující shluky většího až velkého počtu molekul v různé konsistenci (jako koloidní roztoky, suspenze, emulze, směsi (kaly) apod., u nichž viskozita závisí na rychlostním gradientu) nazývají se kapalinami neneutonskými.

Chováním těchto kapalin se zabývá věda zvaná reologie.

Reologie je věda jednáající o mechanice deformací a toku pevných látek s kapalinami, asfaltů, plastických látek některých kapalin i plynů. Jedním z úkolů reologie je opatřit prostředky k určení podmínek tečení různých tekutých medií pro výpočty a konstrukci průmyslových zařízení.

Pro celý obor newtonských kapalin a laminární proudění nám pro potřebné výpočty dává podklady dokonale zpracovaná teorie. Pro některé problémy s neneutonskými kapalinami lze omezeně použít stejných rovnic, ale místo pojmu viskozita bude lépe použít pojmu „zdánlivá viskozita“.

Zdánlivá viskozita není konstantou a mění se s rychlostí proudění; proto je potřebná celá síť bodů, nebo kompletní



1. Proudění reálné kapaliny (nahore)
Vnitřní tření (dole)

diagram smykových namáhání τ_{yx} , aby bylo možné předpovědět proudění (tok) za všech možných podmínek.

V literatuře o reologii se někdy výraz „zdánlivá viskozita“ nahrazuje výrazem konsistence. Konsistence je často definována jako vlastnost materiálu klást odpor permanentní změně tvaru a je určena vztahy mezi smykovým napětím a gradientem rychlosti toku. Konsistencí v průmyslu je však také někdy míněna koncentrace, tj. obsah tuhých těles ve směsích.

Pro neneutonské kapaliny a turbulentní proudění neexistuje dosud žádná obecně přijatá metoda pro protékání potrubím, korytem apod., ani pro obecný tok, s přesností srovnatelnou s teorií pro kapaliny newtonské.

NENEUTONSKÉ KAPALINY

Podle Newtonova zákona viskozity

$$\tau_{yx} = -\eta \frac{dv_x}{dy} \quad (2)$$

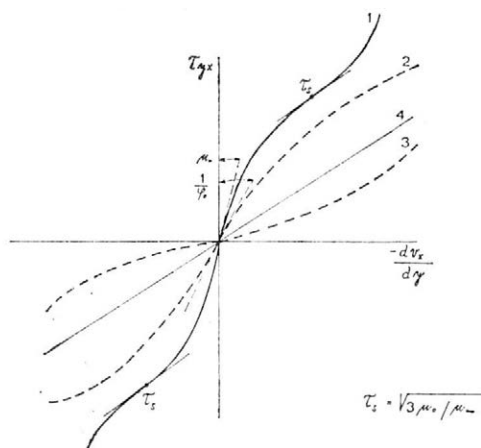
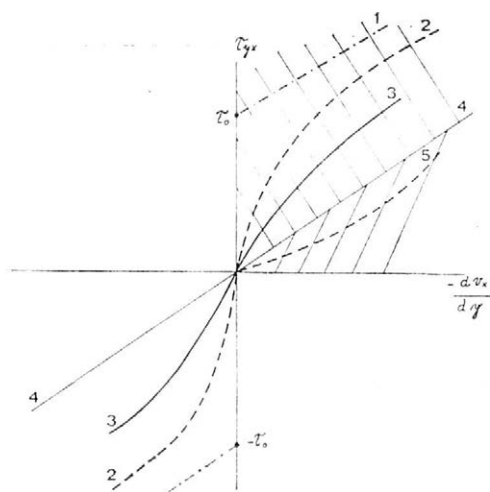
závislost τ_{yx} na záporném gradientu rychlosti $-dv_x/dy$ dává pro danou kapalinu přímku jdoucí počátkem; směrnici této přímky je dynamická viskozita η při dané teplotě a tlaku. Pokusy ukazují, že τ_{yx} je skutečně úměrné $-dv_x/dy$ pro všechny plyny a většinu homogenních kapalin (obr. 2).

Reologie dále zahrnuje newtonskou mechaniku toku na jedné straně a Hookův zákon pružnosti na straně druhé. Oblast mezi těmito konci spektra obsahuje tedy také deformaci a tok všech druhů heterogenních materiálů.

Rovnovážný stav reologického chování většiny kapalin může být vyjádřen obecnou formou

$$\tau_{yx} = -\mu \frac{dv_x}{dy}$$

kde μ může být vyjádřeno buď jako funkce dv_x/dy nebo jako funkce τ_{yx} . V oblastech, kde μ klesá se vzrůstajícím gradientem rychlosti dv_x/dy , je chování nazýváno pseudo-



2. Reogram. Dvoupárametrové modely 1 - Bingham, 2 - Ostwald de Waele, 3 - Eyring, 4 - Newton, 5 - Ostwald de Waele

3. Reogram. Třípárametrové modely 1 - Reiner-Philippoff, 2 - Ellis $\alpha > 1$, 3 - Ellis $\alpha < 1$, 4 - Newton

plastickým. V oblastech, kde μ vzrůstá se vzrůstajícím gradientem rychlosti, je chování definováno jako dilatantní. Dilatanty se nazývají proto, že promícháváním zvětšují svůj objem.

Bylo navrženo množství empiricky stanovených modelů a jejich rovnic pro vyjádření vztahu mezi τ_{yx} a funkcí dv_x/dy v rovnovážném stavu. Z těchto modelů se předkládá nejpodstatnější. Zakladatel reologie, H. Bingham, také uveřejnil ve svém díle první z těchto modelů.

MODEL BINGHAMŮV

$$\tau_{yx} = -\mu \frac{dv_x}{dy} \pm \tau_0 \quad \text{když } (\tau_{yx}) > \tau_0 \quad (3)$$

$$\frac{dv_x}{dy} = 0 \quad \text{když } (\tau_{yx}) < \tau_0$$

Kladné znaménko se použije, když τ_{yx} je kladné, záporné, když τ_{yx} je záporné.

Látka, které tato modelová rovnice odpovídá, se nazývá Binghamovou plastikou. Zůstává tuhá, jestliže smykové napětí je menší než mezní napětí τ_0 , ale teče jako newtonská kapalina, když smykové napětí dosáhne τ_0 . Tento model platí pro mnoho jemných suspenzí, jako jsou těsta, kaše apod. Některá plastika jsou uvedena v tab. I.

I. Binghamovy parametry pro některé kaly jaderných elektráren

Tuhé částice	Průměr částic (m μ)	Distribuce σ	$K_1 = \frac{\tau_0}{\Phi_1}$ N/m ²	$K_2 = \frac{lu \mu_0/\mu_n}{\Phi}$ bezrozměrná
UO ₂	1,4	1,7	3,0135	18
U ₃ O ₈	1,3	2,0	4,6330	22
UO ₃ · H ₂ O	1,2	1,9	8,540	22
ThO ₂	0,03	2,7	20,920	24
	0,75	2,8	11,460	14
	1,60	1,5	2,086	12
	2,40	1,7	0,655	12
D = střední průměr částic				

MODEL OSTWALD DE WAELŮV

$$\tau_{yx} = -m \left(\frac{dv_x}{dy} \right)^{n-1} \cdot \frac{dv_x}{dy} \quad (4)$$

Pro $n = 1$ se rovnice redukuje na tvar (1) a konstanta úměrnosti m přechází v η . Tato dvouparametrová rovnice je také známá pod pojmem silový zákon.

Odchylka n od jedničky je mírou odchýlení od newtonského chování rovnice. Pro $n < 1$ je chování pseudoplastické, pro $n > 1$ je chování dilatantní. Přibližné hodnoty m a n jsou uvedeny v tab. II.

Složení kapaliny	m (poise)	n Bezrozměrná
23 % jílů ve vodě	$0,556 \times 10^2$	0,229
33 % vápna ve vodě (malta)	$0,718 \times 10^2$	0,171
4% papírovina	2×10^2	0,575
54,3% cementová drť ve vodě	$0,252 \times 10^3$	0,153

MODEL EYRINGŮV

$$\tau_{yx} = A \arcsin h \left(-\frac{1}{B} \frac{dv_x}{dy} \right) \quad (5)$$

Tento dvouparametrový model se dá odvodit z kinetické teorie kapalin, vyvinuté autorem. Rovnice předpokládá pseudoplastické chování při konečných hodnotách τ_{yx} a přechází asymptoticky k Newtonovu zákonu viskozity s $\mu = \frac{A}{B}$, když τ_{yx} se blíží 0.

ELLISŮV MODEL

$$-\frac{dv_x}{dy} = \left[\left(\varphi_0 + \frac{\varphi_1}{\tau_{yx}} \right)^{\alpha-1} \right] \tau_{yx} \quad (6)$$

Tento model obsahuje tři vhodně zvolené kladné parametry: φ_0 , φ_1 a α .

Když $\alpha > 1$, model se blíží Newtonovu zákonu pro malé τ_{yx} . Je-li $\alpha < 1$, blíží se Newtonovu zákonu pro velká τ_{yx} .

Tento model platí v širokých mezích a zahrnuje jak Newtonův zákon — při $\varphi_1 = 0$ — tak i silový zákon — pro $\varphi_0 = 0$ — jako speciální případy.

MODEL REINER-PHILIPPOFF

$$-\frac{dv_x}{dy} = \frac{1}{\mu_\infty + \frac{\mu_0 - \mu_\infty}{1 + \left(\frac{\tau_{yx}}{\tau_s} \right)^2}} \cdot \tau_{yx} \quad (7)$$

Protože u některých kapalin bylo pozorováno newtonské chování při extrémně nízkých nebo extrémně vysokých gradientech rychlosti, je uvedená rovnice postavena tak, aby přecházela v Newtonův zákon viskozity pro $\mu = \mu_0$ nebo $\mu = \mu_\infty$. Grafická závislost τ_{yx} na dv_x/dy má inflexní bod v místě

$$\tau_{yx} = \pm \tau_s \sqrt{3\mu_0/\mu_\infty}$$

Tab. III udává hodnoty μ_0 , μ_∞ a τ_s pro některé látky.

Reologické chování zmíněných modelů pro nenewtonské kapaliny je na obr. 2 a 3. Tyto grafy jsou nazývány reogramy.

Je nutné si uvědomit, že tyto rovnice jsou pouze empirické a bylo by nesprávně neuvážené je aplikovat v širším oboru obecného použití.

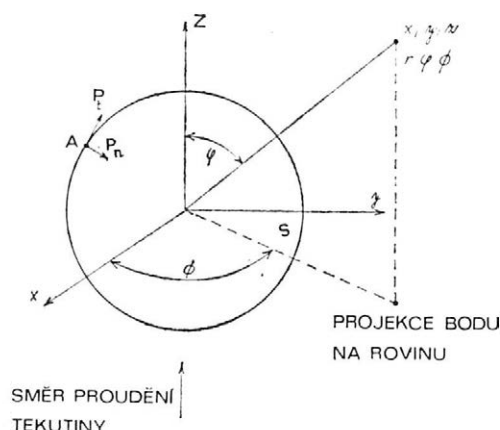
Také je třeba pamatovat, že všechny modely jsou závislé na teplotě, tlaku, složení látek a jejich homogenitě a obvykle také na velikosti rychlostního gradientu dv_x/dy .

Směs	Teplota °C	Poise	Poise	N/m ²	Rozsah smyk. napětí N/m ²
Tavená síra	120	0,215	0,0105	0,73	2—100
30,4 % metanolu v hexanu	34	0,035	0,0035	0,50	1—40
0,4 % polystyrénu v tetrahydronaftalenu	20	4,000	1,0000	5000	5 · 10 ³ — 40 · 10 ³

Proto podmínky měření musí být pečlivě specifikovány pro každý reologický parametr. V podmínkách nerovnovážného stavu je možná celá řada typů neneutonského chování.

Tak kapaliny, které vykazují ohraničený pokles viskozity s časem za náhlého vložení smykového napětí τ_{yx} , se nazývají tixotropní, zatímco takové, které vykazují vzrůst viskozity s časem, se nazývají reopektické. Kapaliny, které se vrací do svého původního tvaru, když vložené napětí se uvolní, se nazývají viscoelastické.

Kvantitativní studie těchto i ostatních typů časově závislých chování je důležitou, ale dosud nepříliš prozkoumanou kapitolou mechaniky tekutin.



OBTÉKÁNÍ KAPALINY KOLEM PEVNÉ KOULE

Lze si představit velmi pomalý tok nestlačitelné kapaliny kolem pevné koule. Koule má poloměr R , kapalina viskozitu η a hustotu ρ a přitéká ke kouli zdola nahoru v ose z stejnou rychlostí v_∞ . Tlak p_0 je tlakem v ose z na průmět koule, $-\rho g z$ je hydrostatický efekt kapaliny. Pro požadované bezvírové obtékání koule nesmí Reynoldsovo číslo dané výrazem $\frac{2Rv_\infty \rho}{\eta}$

4. Proudění tekutiny kolem pevné koule překročit hodnotu 0,1 (obr. 4).

INTEGRACE NORMÁLOVÉ SÍLY (TLAKOVÉ)

Na každý bod na kouli působí tlak kapaliny kolmo k povrchu. Složka z tohoto tlaku je $-p \cdot \cos \varphi$. Nyní se násobí tento lokální tlak povrchem, který působí, $R^2 \sin \varphi d\varphi d\varphi$ a integruje se po ploše koule, abychom dostali sílu ve směru složky z .

$$P_n = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (-p|_{r=R} \cdot \cos \varphi) R^2 \sin \varphi d\varphi d\varphi \quad (8)$$

rozdělení tlaku na povrchu koule je

$$p|_{r=R} = p_0 - \rho g R \cos \varphi - \frac{3\eta v_\infty}{2R} \cos \varphi \quad (9)$$

Tento výraz se dosadí do integrálu pro P_n . Po integraci vymizí p_0 , — $\varrho g R \cos \varphi$ dává vznosnou sílu kapaliny na kouli a výraz $\frac{3\eta v_\infty}{2R} \cos \varphi$ udává tvarový činitel. Potom bude

$$P_n = \frac{4}{3} \pi R^2 \varrho g + 2\pi \eta R v_\infty \quad (10)$$

INTERGACE TEČNÉ SÍLY

Na každý bod povrchu koule působí také tečné smykové napětí. Toto napětí — $\tau_{r\varphi}$ je síla ve směru φ , působící na jednotku plochy povrchu koule. Složka z na jednotkovou plochu je $(-\tau_{r\varphi})(-\sin \varphi)$. Znásobením $R^2 \sin \varphi d\varphi d\vartheta$ a integrací po ploše koule se dostane výsledná síla ve směru z :

$$P_t = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi [(+\tau_{r\varphi}|_{r=R}) \sin \varphi] R^2 \sin \varphi d\varphi d\vartheta \quad (11)$$

Rozdělení smykového napětí po povrchu koule je:

$$\tau_{r\varphi}|_{r=R} = \frac{3\eta v_\infty}{2R} \sin \varphi \quad (12)$$

Dosazením tohoto výrazu do rovnice pro P_t se dostane třecí síla

$$P_t = 4\pi \eta R v_\infty \quad (13)$$

Odtud celková síla P , kterou působí kapalina na kouli, bude

$$P = \frac{4}{3} \pi R^2 \varrho g + 2\pi \eta R v_\infty + 4 \pi \mu R v_\infty \quad (14)$$

vznosná tvarová třecí
síla složka složka

nebo

$$P = \frac{4}{3} \pi R^3 \varrho g + 6\pi \eta R v_\infty \quad (15)$$

První člen rovnice představuje vznosnou sílu P_s a druhý sílu P_k , vznikající pohybem proudící kapaliny kolem koule, tedy $P = P_s + P_k$; P_s je tedy tíhová složka a P_k dynamická složka pohybující se kapaliny. Složka $P_k = 6\pi \eta R v_\infty$ nazývá se Stokesův zákon.

STANOVENÍ ODPORU TEKUTINY PÁDEM KOULE

Pro stanovení odporu tekutiny lze využít volného pádu kuličky. Pohybuje-li se taková kulička volným pádem v tekutině, klade tekutina odpor, který je při pomalém pohybu úměrný rychlosti. Podle Stokesova zákona při laminárním obtékání bude:

$$P_k = 6\pi \eta R \cdot v \quad (\text{N, Nsm}^{-2}, \text{m, ms}^{-1}) \quad (16)$$

kde: P_k — síla působící proti směru pohybu (N)
 η — dynamická viskozita (Nsm^{-2})
 R — poloměr pohybující se koule (m)
 v — rychlost pohybující se koule (m sec^{-1})

Při volném pádu bude nejprve těsně na hladině rychlost kuličky nulová. Působením tíže začne kulička padat, její rychlost se bude zvyšovat a s rostoucí rychlostí bude vzrůstat i odpor, který bude kuličce klást prostředí, kterým prochází. Protože odporová síla je závislá na rychlosti, bude pohyb nerovnoměrně zrychlený až do dosažení tzv. mezní rychlosti. Po dosažení této mezní rychlosti bude již dále pohyb rovnoměrný. Pro mezní rychlost bude tedy platit: Hmotnost koule zmenšená o vztlak rovná se právě odporu P , čili

$$V(s - \varrho)g = 6\pi \eta R v_m \quad (17)$$

kde: V — obsah koule (m^3)
 S — hustota koule ($\text{m}^{-3} \text{kg}$)
 ϱ — hustota tekutiny ($\text{m}^{-3} \text{kg}$)
 g — tíhové zrychlení (m sec^{-2})
 η — dynamická viskozita (N s m^{-2})
 R — poloměr koule (m)
 v_m — mezní rychlost (m sec^{-1})

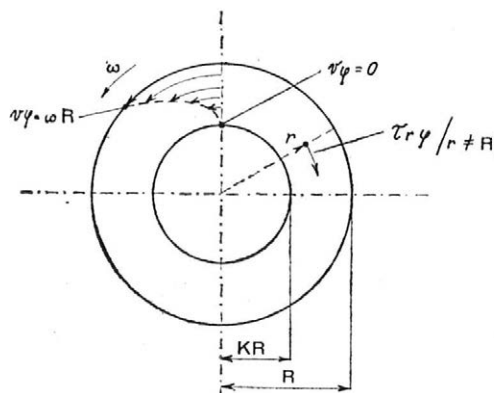
Úpravou vztahu (17) se dostane výraz pro mezní rychlost

$$v_m = \frac{2}{9} \frac{g R^2 (s - \varrho)}{\eta} \quad (18)$$

nebo ze znalosti, či naměřené mezní rychlosti v_m se dostane výraz pro viskozitu

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{g R^2 (s - \varrho)}{v_m} \quad (19)$$

Podle těchto vztahů lze určit mezní rychlosti pro tekutiny známé viskozity, nebo naopak změřením mezní rychlosti — viskozitu neznámé tekutiny. Zmenšováním poloměru koule se rychle zmenšuje i mezní rychlost (obr. 5).

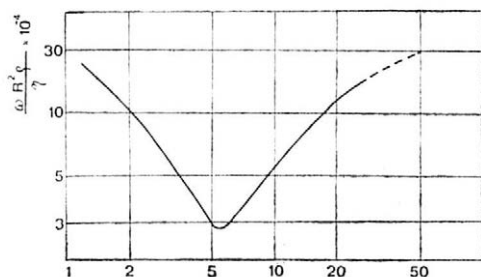


5. Proudění nestlačitelné kapaliny mezi dvěma válci, z nichž vnitřní válec stojí a vnější se otáčí

RYCHLOSTNÍ SPÁD NEWTONSKÝCH KAPALIN MEZI DVĚMA VÁLCI

V této části je propracováno rozdělení rychlostí a smykového napětí tangenciálního laminárního proudění mezi dvěma válci. Válce jsou uloženy vertikálně a jsou souosé. Jeden z nich se otáčí, druhý je přenášenu silou přes tekutinu unášen, nebo stojí a síla, kterou je držen v klidu, je právě úměrná tření tekutiny. Prakticky je jedno, otáčí-li se válec vnitřní nebo vnější, ale s ohledem na požadavek laminárního proudění je výhodnější pohyb vnějšího válce, protože otáčející se tekutina tlačí odstředivou silou na vnitřní stěnu většího válce, zatímco při otáčení vnitřního válce se tekutina snaží odstředivou silou „utrhnout“ od vnější stěny vnitřního válce, a tím vzniká namáhání mezní vrstvy, která zprostředkuje přenos síly ze stěny do tekutiny.

Z obr. 6 je patrné, že vnější válec $2R$ se otáčí známou úhlovou rychlostí ω . Vnitřní válec má průměr $2kR$, přičemž $k < 1$. Rychlost proudění v_φ ve vzdálenosti r je tedy funkcí r . U vnější stěny vnitřního válce průměru $2r = 2kR$ bude tedy rychlost $v_\varphi = 0$ a u vnitřní stěny většího válce průměru $2r = 2R$ bude rychlost $v_\varphi = \omega R$.



$\frac{\omega R^2 \eta}{\gamma} \cdot 41,3 \frac{1}{(1-K)^{3/2}}$ PRO ROTUJÍCÍ VNITŘNÍ VÁLEČ

6. Kritická hodnota Reynoldsova čísla pro tangenciální proudění pro rotující vnější váleček

Potom integrací rovnice (21) při mezních podmínkách $r = kR$, $v_\varphi = 0$ a $r = R$, $v_\varphi = \omega R$ se dostane

$$v_\varphi = \omega R \frac{\left(\frac{kR}{r} - \frac{r}{kR} \right)}{\left(k - \frac{1}{k} \right)} \quad (23)$$

a pro rozdělení smykového napětí

$$\tau_{r\varphi} = -\eta \left\{ r \frac{d}{dr} \left[\frac{\omega R \left(\frac{kR}{r} - \frac{r}{kR} \right)}{\left(k - \frac{1}{k} \right)} \right] \right\} \quad (24)$$

což po integraci dává výraz

$$\tau_{r\varphi} = -2\eta\omega R^2 \left(\frac{1}{r^2} \right) \left(\frac{k^2}{1-k^2} \right) \quad (25)$$

Tření na vnitřní straně většího válce musí být úměrné ploše válce a momentu smykového napětí, tedy

$$T = 2\pi R l (-\tau_{r\varphi}|_{r=R}) \cdot R \quad (26)$$

a dosazením za $\tau_{r\varphi}$ z rovnice (24) se dostane

$$T = 4\pi \eta l \omega R^2 \left(\frac{k^2}{1-k^2} \right) \quad (\text{Nm, Nsm}^{-2}, \text{m, m}^2, \text{sec}^{-1}) \quad (27)$$

Z rovnice pro tření dále plyne, že člen $\frac{k^2}{1-k^2}$ (kdy k musí být vždy menší než 1) nabývá velikosti mezi ∞ a nulou. Pro všechna k blíží se jedničce je větší než 1 a pro $k = 1$ je ∞ , což nemá význam, protože mezi válci by nebyla žádná mezera, ale pro $k = \sqrt{\frac{1}{2}}$ přechází člen $\frac{k^2}{1-k^2}$ na $1/2 / 1/2 = 1$ a rovnice (27) tedy přejde na tvar:

Z pohybových rovnic proudění v cylindrických souřadnicích bude pro složku r :

$$-\rho \frac{v_\varphi^2}{r} = -\frac{\partial p}{\partial r} \quad (20)$$

pro složku φ :

$$0 = \frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} (rv_\varphi) \right] \quad (21)$$

pro složku Z :

$$0 = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z \quad (22)$$

$$T = 4\pi \eta l \omega R^2 \quad (28)$$

Pro tento případ je tedy třeba volit průměr velkého válce $2R$ a malý válec bude mít průměr $1,4142 R$.

Potom moment, kterým bude třeba působit na vnitřní válec, aby se neotáčel

$$P_M = T = 4\pi \eta l \omega R^2$$

a tedy viskozita

$$\eta = \frac{P_M}{4\pi l \omega R^2} \quad (\text{Nsm}^{-2}, \text{Nm}, \text{m}, \text{sec}^{-1}, \text{m}^2)$$

Se znalostí těchto rovnic je možné oceňovat přístroj založený na předchozím principu přímo z rozměrů (tj. průměru válce R a jeho délky l), úhlové rychlosti ω , direktivní síly P a známého ramena síly. Otáčí-li se vnitřní válec a vnější stojí, potom lze analogicky odvodit z rovnic (20) a (21)

$$\frac{v_\varphi}{r} = \frac{T}{4\pi \eta l} \left(\frac{l}{r^2} - \frac{l}{R^2} \right) \quad (29)$$

kde: $r = kR$

a potom pro případ, kdy průměr R se zvětšuje do ∞ na tvar

$$\frac{v_\varphi}{r} = \frac{T}{4\pi \eta l} \cdot \frac{l}{r^2} \quad (29.1)$$

a dále je možné stanovit viskozitu ze znalosti tření:

$$\eta = \frac{T}{4\eta r l v_\varphi} \quad (\text{Nsm}^{-2}, \text{m}, \text{Nm}, \text{m}, \text{m sec}^{-1}) \quad (29.2)$$

kde: v_φ — obvodová rychlost rotujícího válce v neohraničené kapalině

RYCHLOSTNÍ SPÁD NENEWTONSKÝCH KAPALIN MEZI DVĚMA VÁLCI

Podobným způsobem lze stanovit rozdělení rychlostí a gradient rychlostí pro Binghamův model plastických kapalin. Pro tento systém a nestlačitelný laminární tok bude $v_\varphi = v_\varphi(r)$.

Rovnice pohybu pro ustálený stav bude jako v předchozí kapitole

$$0 = \frac{l}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 \tau_{r\varphi}) \quad (30)$$

kde je jediná zbývající složka $\tau_{r\varphi}$.

Po integraci se obdrží

$$\tau_{r\varphi} = \frac{C_1}{r^2} \quad (31)$$

Z předchozího je dále zřejmé, že tření na vnitřní straně vnějšího válce

$$T = 2\pi R l (-\tau_{r\varphi}|_{r=R}) \cdot R \quad (32)$$

Z rovnice (32) plyne dále, že

$$C_1 = -\frac{T}{2\pi l}$$

a potom

$$\tau_{r\varphi} = - \frac{T}{2\pi l r^2} \quad (33)$$

Rovnici pro Binghamův model lze psát v cylindrických souřadnicích jako

$$\tau_{r\varphi} = - \tau_0 - \mu r \frac{d}{dr} \left(\frac{v_\varphi}{r} \right) \quad (34)$$

Jestliže $\tau_{r\varphi} = \tau_0$, potom není v kapalině rychlostní gradient a lze tedy z rovnice (33) stanovit poloměr

$$r_0 = \sqrt{\frac{T}{2\pi \tau_0 l}} \quad (35)$$

při kterém je právě dosaženo kritického smykového napětí mezi tokem kapaliny a jejím zabrzděním.

Lze tedy rozlišovat tři případy:

- 1) Jestliže $r_0 \leq kR$ (tj. je-li na obvodu nebo uvnitř menšího válce), potom kapalina není vůbec v pohybu.
- 2) Jestliže $R > r_0 \geq kR$ (tj. r_0 leží v prostoru mezi oběma válci), potom viskozni tok nastane v oboru $kR < r < r_0$ (tj. viskozni tok nastane mezi r_0 a obvodem menšího válce) a zabrzdění kapaliny nastane mezi r_0 a obvodem většího válce.
- 3) Jestliže $r_0 \geq R$ (r_0 leží vně většího válce), potom kapalina je celá v pohybu.

Pokud by se nahradil vnitřní váleček slabým drátem v ose otáčení většího válce, lze z uvedených případů stanovit experimentální poloměr r_0 , protože na všech menších poloměrech r se musí kapalina pohybovat. Z takto stanoveného poloměru lze pro Binghamův model stanovit z výrazu (35):

$$T = 2\pi \tau_0 l r_0^2 \quad (36)$$

Spadá-li poloměr r_0 do oboru mezi kR a R , potom lze z rovnice

$$\tau_{r\varphi} = - \tau_0 - \mu r \frac{d}{dr} \left(\frac{v_\varphi}{r} \right) \quad (37)$$

dosažením do rovnice

$$\tau_{r\varphi} = - \frac{T}{2\pi l r^2} \quad (38)$$

a integrováním dostat výraz pro poměr rychlosti v_φ a příslušného poloměru r

$$\frac{v_\varphi}{r} = \omega + \frac{T}{4\pi l \mu r_0^2} \left[1 - \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \right] - \frac{\tau_0}{\mu} \ln \left(\frac{r}{r_0} \right) \quad (39)$$

pro viskozni tok v oboru r_0, kR , a

$$\frac{v_\varphi}{r} = \omega \quad (40)$$

pro zabrzdění v oboru r_0, R .

Pro případ ad 3) s mezní podmínkou $\frac{v_\varphi}{r} = \omega$ a $r = R$ platí

$$\frac{v_\varphi}{r} = \omega + \frac{T}{4\pi l \mu R^2} \left[1 - \left(\frac{R}{r} \right)^2 \right] - \frac{\tau_0}{\eta} \ln \left(\frac{r}{R} \right) \quad (41)$$

pro viskozni tok v oboru kR, R .

Pro případ ad 3) s mezní podmínkou $r = kR$; $v_\varphi = 0$ bude potom úhlová rychlost otáčení vnějšího válce ω :

$$\omega = \frac{T}{4\pi l \mu R^2} \left[\frac{1}{k^2} - 1 \right] + \frac{\tau_0}{\mu} \text{ luk} \quad (42)$$

Tento vztah mezi ω a T , známý jako Reiner-Riwlinova rovnice (13), umožňuje určit μ a τ_0 z viskometrických údajů.

DISKUSE

Z některých uvedených teoretických rozborů vycházeli i autoři různých typů přístrojů, viskozimetrů aj., nebo i metod pro zjišťování vlastností výkalů. Před vlastními závěry byly proto i tyto aplikační metody podrobně prověřeny.

Bylo prokázáno, že výkaly jsou tekutina, která neodpovídá newtonovým zákonům. Vztah mezi napětím ve smyku a rychlostí smyku je nelineární. Zdánlivá viskozita tekutin neodpovídající newtonovým zákonům je viskozita newtonských tekutin, které vykonávají při průtoku daný odpor při zvoleném napětí ve smyku a rychlosti smyku. Tento odpor je určen sklonem přímky spojující body na nelineární křivce s výchozím bodem. Tuto skutečnost potvrzuje celá řada autorů jako Mohsenin, Schneider, Sobel.

Bylo prokázáno, že s viskozimetry běžných typů nelze přesně stanovit hranici tečení. Toto plně potvrdil a prokázal Lommatzsch (1969).

Metodu pro určování konzistence tekutého hnoje použil Langenegger (1970). Tuto takzvanou „Kugelmethode“ porovnal s metodou určování faktoru konzistence „ K_f “ (Forster 1967) a určil její vhodnost ve smyslu reprodukovatelnosti hodnot. To lze konstatovat i na základě analýzy stati o stanovení odporu tekutiny pádem koule.

NÁVRH PRINCIPŮ MĚŘICÍCH METOD A PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY

Na základě analýzy a teoretických úvah bylo pro další experimentální měření navrženo zařízení s rotujícím válcem. Vzhledem k nehomogennímu charakteru kapaliny — výkalu — bylo upuštěno od přesnější metody dvou válců, z nichž jeden rotuje a druhý měří přenášenou sílu kapalinou. Byla zvolena metoda rotujícího vnitřního válce, přičemž vnější válec byl zvětšen (pomyslně) tak, že byl vůbec vypuštěn.

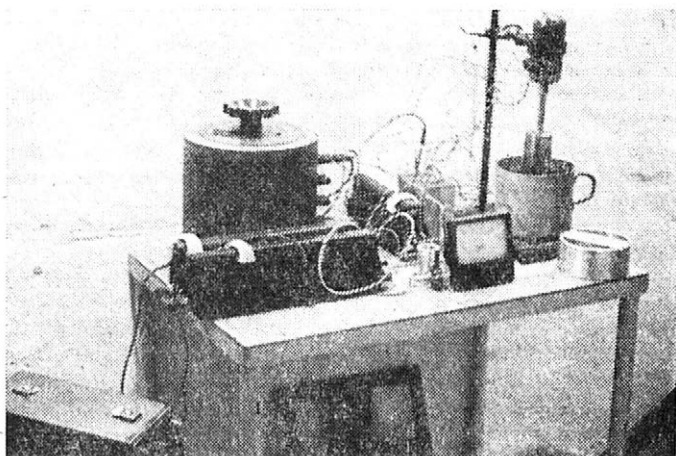
Z rovnice (28) plyne, že desetkrát větší průměr $2R$ většího válce než průměr $2r$ menšího válce znamená ve vzorci $\frac{1}{r^2} - \frac{1}{R^2}$ pouhé 1 %, čili při vypuštění válce o průměru $2R = 20r$ jde o chybu 1 %. Dá se tedy říci, že vnější válec je možné pro rozsáhlejší množství kapaliny s velikostí asi desetkrát větší než je průměr válce $2r$ vůbec odstranit. Potom se měří vlastně odpor kapaliny na rotující válec o průměru $2r$ a délce l . Tento přístroj byl také rozpracován a experimentálně zkoušen. Experimentální činnost s navrženým přístrojem bude teprve provedena v dalších etapách úkolu.

Touto metodou se však dá měřit pouze stav kapaliny na jejím povrchu, proto jsou dále navrženy metody jiné, kterými lze stanovit reopektické parametry i do hloubky.

1. PŘÍSTROJ MAGNETOSTRIKČNÍ

Skládá se z tyče (trubky) o průměru asi 60 mm a délce cca 2 m; ve vzdálenostech cca 0,2 m jsou umístěny magnetostrikční snímače, které jsou jednou cívkou buzeny a druhou cívkou jsou snímány kmity (jejich amplituda). Snímače procházejí svými konci stěnou trubky v pružném uložení (např. epoxydovém). Všechny snímače kmitají ze

7. Funkční model přístroje



stejného generátoru, takže snímaná amplituda všech kmitů je stejně velká. Po ponoření do kapaliny se jednotlivé snímače tlumí, a tím indukovaná snímaná hodnota klesá. Pokud kapalina bude homogenní ve vertikálním profilu, poklesnou všechny amplitudy shodně pouze v závislosti na hustotě odvozujiho prostředí. Pokud však není homogenní ve vertikálním směru, klesnou amplitudy různě (obr. 7).

2. PŘÍSTROJ PIEZOELEKTRICKÝ

Principiálně obdobnou metodu je možné aplikovat i s piezoelektrickými krystaly, ale tady budou potíže s izolací a přenosem „bezproudového“ signálu. Amplitudy obou uvedených metod je možné usměrnit a vícekrávkovým zapisovačem zapsat jednotlivé průběhy tlumení. Pro cejchování neexistuje jednoduchá teorie vztahu tlumení a konsistence měřené kapaliny, ale cejchování se dá získat empiricky.

Literatura

- DOLEŽAL O., 1973, Studium vlastností tekutého hnoje skotu z aspektu jeho odkluzu z bezstelivových stájí přerodem. Kandidátská disertační práce.
- FORSTER A. G., 1967, Vergleichende Untersuchungen über die Flüssigentmischung in Rinderlaufställen. KTL — Bericht No. 109, München-Wolfratshausen.
- LANGENEGGER G., 1970, Eine Meßmethode zur Bewertung der Pumpfähigkeit von Gülle und Flüssigentmischung. Landtechn. Forsch. 18 : 55-61.
- VELEBIL M., 1972, Metody opredelenija fizičeskich svojstv ekskrementov. Scientia Agriculturae Bohemoslovaca (Praha) 4, 3 : 237-247.

Došlo dne 18. 2. 1974

ВЕЛЕБИЛ М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Анализ методов определения физических свойств материалов при работе с экскрементами. Zem. technika 20 (6) : 305-318, 1974.

В работе теоретически обработана область, касающаяся ньютоновской и не ньютоновской жидкостей, в том числе и обычно применяемых методов для разных видов жидкостей, как например, псевдопластика, дилатанты вязкоэластичные жидкости, а именно, как тиксотропные, так и реопектические. Целью решения было определение основных параметров для

неньютоновской жидкости — экскрементов. Знание этих данных обуславливает, как основной материал, работу конструкторов строителей. С этой целью был спроектирован прибор, работающий по принципу приспособления с вращающимся цилиндром для определения пригодности жидкости на разной глубине — прибор магнитострикционный и прибор пьезоэлектрический.

физические свойства экскрементов; вязкость; ньютоновская и неньютоновская жидкости; реология; консистенция; дилатанты; тиксотропные жидкости; реопектические жидкости; вязко-эластичные жидкости

VELEBIL M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepý, Czechoslovakia). *Analysis of Methods of the Determination of the Physical Properties of Materials, as Applied to Excrements*. Zem. technika 20 (6) : 305-318.

The paper deals theoretically with the problems of Newtonian and non-Newtonian liquids, including the commonest applicable models for different kinds of liquids, such as pseudoplastics, dilatants, visco-elastic liquids, both thixotropic and rheoplectic. The purpose of the study was to determine the basic parameters for the non-Newtonian liquid — excrements. The knowledge of these data as the basic material is necessary for the work of designers in the building industry. An apparatus based on the principle of a rotating cylinder was developed for these purposes; a magnetostriction apparatus and a piezoelectric apparatus were proposed for the determination of the suitability of the liquid in different depths.

physical properties of excrements; viscosity; Newtonian and non-Newtonian liquid; rheology; consistency; dilatants; thixotropic liquids; rheoplectic liquids; visco-elastic liquids

VELEBIL M. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepý, Tschechoslowakei). *Analyse der Methoden der Ermittlung von physikalischen Eigenschaften der Materialien mit Applikation auf Kot*. Zem. technika 20 (6) : 305-318, 1974.

In der Arbeit wird das Gebiet von newtonschen und nicht-newtonschen Flüssigkeiten eingeschlossen der am häufigsten anwendbaren Modelle für verschiedene Flüssigkeitarten, wie z. B. Pseudoplastika, Dilatanten, viskoelastische, und zwar sowohl thixotrope als auch rheopektische Flüssigkeiten theoretisch erarbeitet. Die Lösung hatte das Ziel, die grundlegenden Parameter für eine nicht-newtonsche Flüssigkeit — für Kot — festzulegen. Die Kenntnis dieser Angaben bedingt als Grundmaterial die Arbeit von Baukonstrukteuren. Für diese Zwecke wurde ein auf Prinzip der Anlage mit rotierendem Walzen arbeitendes Gerät entworfen: für Ermittlung der Eignung der Flüssigkeit in verschiedenen Tiefen ein Magnetostruktionsgerät und ein piezoelektrisches Gerät.

physikalische Eigenschaften von Kot; Viskosität; newtonsche und nicht-newtonsche Flüssigkeit; Rheologie; Konsistenz; Dilatanten; thixotrope Flüssigkeiten; rheopektische Flüssigkeiten; viskoelastische Flüssigkeiten

Adresa autora:

Doc. ing. Miloslav Velebil, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepý

KOEFICIENT TRENIA SLEPAČIEHO TRUSU

L. Ramacsay

Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka

RAMACSAY L. *Koeficient trenia slepačieho trusu*. Zem. technika 20 (6) : 319-326, 1974.

Na základe teoretických úvah boli určené dva spôsoby merania koeficientu trenia slepačieho trusu v klietkovom chove. Zisťovala sa závislosť koeficientu trenia za pokoja na vlhkosti a koeficientu trenia za pohybu na obvodovej rýchlosti pri troch zvolených vlastnostiach. Namerané výsledky boli vyhodnotené metódou matematickej štatistiky a vypočítané rovnice krivky metódou najmenších štvorcov.

koeficient trenia; slepačí trus; vlhkosť hmoty; klietkový chov; matematická štatistika

Zavádzanie mechanizácie a automatizácie v znáškových halách prináša so sebou rad problémov, a to najmä problémy týkajúce sa odstraňovania, dopravy a spracovania slepačieho trusu.

Pri riešení týchto otázok (ako odstraňovanie, doprava a spracovanie slepačieho trusu) je potrebné poznať základné fyzikálno-mechanické vlastnosti samotného materiálu. Fyzikálne vlastnosti hmoty, napr. statický a dynamický koeficient trenia, majú širokú použiteľnosť pre výpočet týchto mechanizmov v pracovnom procese.

O fyzikálnych vlastnostiach slepačieho trusu, a špeciálne o statickom a dynamickom koeficiente trenia, sa literatúra vôbec nezmiňuje.

METODIKA

Koeficient trenia slepačieho trusu bol stanovený:

- a) za pokoja (staticky),
- b) za pohybu (dynamicky).

TRENIE ZA POKOJA (STATICKÉ)

Pre výpočet koeficientu trenia za pokoja vychádzame z rovníc (1) a (2).

$$T = f_o N \quad [N] \quad (1)$$

$$f_o = \frac{T}{N} = \operatorname{tg} \alpha \quad [-] \quad (2)$$

kde: T — trecia sila
 N — normálová sila
 α — uhol sklonu
 f_o — koeficient trenia za pokoja

Koeficient trenia za pokoja bol zisťovaný na týchto materiáloch:

- oceľový plech (11 373.0),
- pozinkovaný plech,
- mosadzný plech,
- guma,
- sklo,
- drevo.

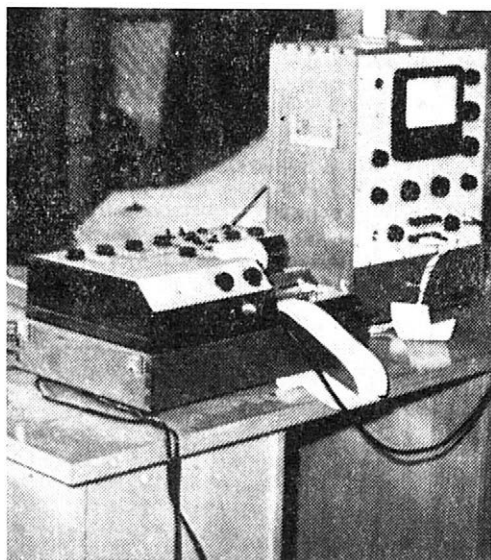
Z plastických hmôt: A — húževnatý polystyrén,
B — polystyrén,
C — polypropylén,
D — PVC 1,
E — PVC 2,
F — rozvetvený polystyrén.

Meranie sa vykonalo na naklápacej plošinke s vymeniteľnými podložkami. Pripravená vzorka bola uložená na zvolenú podložku. Po 10 sekundách sa naklápacia plošina začala dvíhať takou rýchlosťou, aby k počiatku sklzu došlo za rovnaký časový úsek. Pri zmene polohy vzorky bola odčítaná hodnota uhlu naklonenia.

Vzorky trusu sa odoberali z týchto klieťkových batérií:

- Ehret (3—4 podlažné),
- Diegler (4 podlažné),
- kaskádové DN-1,
- jednopodlažné — Kovoběl.

V uvedených klieťkových batériách boli umiestnené nosnice rôznych druhov a veku. Z každej odobratej vzorky sme urobili 10 meraní pri rôznych vlhkostiach meraného materiálu.



1. Pohľad na tenzometrický mostík so zapisovačom od firmy Brüel-Kjaer pri meraní koeficientu trenia za pohybu

TRENIE ZA POHYBU (DYNAMICKÉ)

Pre výpočet koeficientu trenia za pohybu (dynamické) vychádzame z rovníc [1] a [2].

$$T = f_d \cdot N \quad [\text{N}] \quad (3)$$

z toho

$$f_d = \frac{T}{N} \quad [-] \quad (4)$$

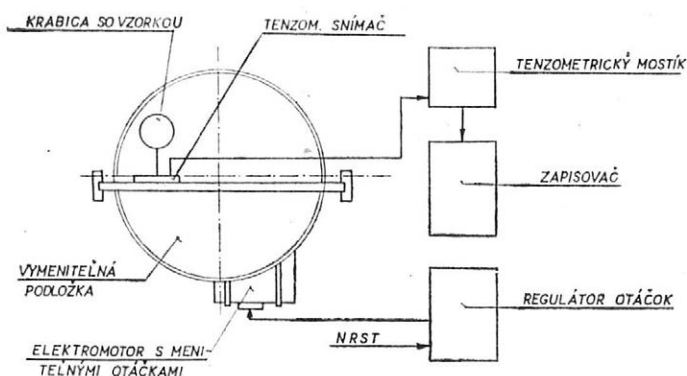
kde: T — trecia sila (N)
 N — normálová sila (N)
 f_d — koeficient trenia za pohybu (-)

Koeficient trenia za pohybu bol zisťovaný na týchto materiáloch:

- oceľový plech (11 373.0),
- sklo,
- drevo,
- plastická hmota.

Na meranie trenia bol vyhotovený funkčný model — tribometer, u ktorého sa

2. Schéma tribometra s príslušnou meracou aparátúrou



podložka otáčala a vzorka s krabicou boli uložené na podložke. Pohon kotúča zaobstarával špeciálny el. motor, na ktorom bolo možné regulovať otáčky od 0 do 3000 min⁻¹. Podložky sa uchytávali pomocou skrutiek. Slepací trus bol daný už do vopred pripravených debničiek, ktoré boli uložené na zvolenú podložku a pripevnené na tenzometrický snímač, ktorý pri otáčaní dosky snímал treciu silu cez mostík do zapisovača. Zapojenie je vidieť na obr. 2. Na obr. 1 je znázornená meracia aparátúra pozostávajúca z veľmi citlivého tenzometrického mostíka a zapisovača od firmy Brüel-Kjaer.

VÝSLEDKY

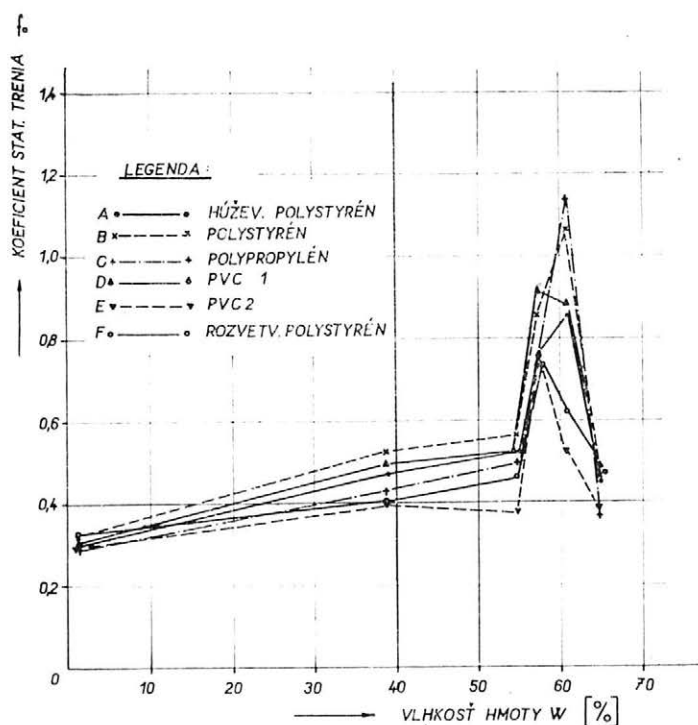
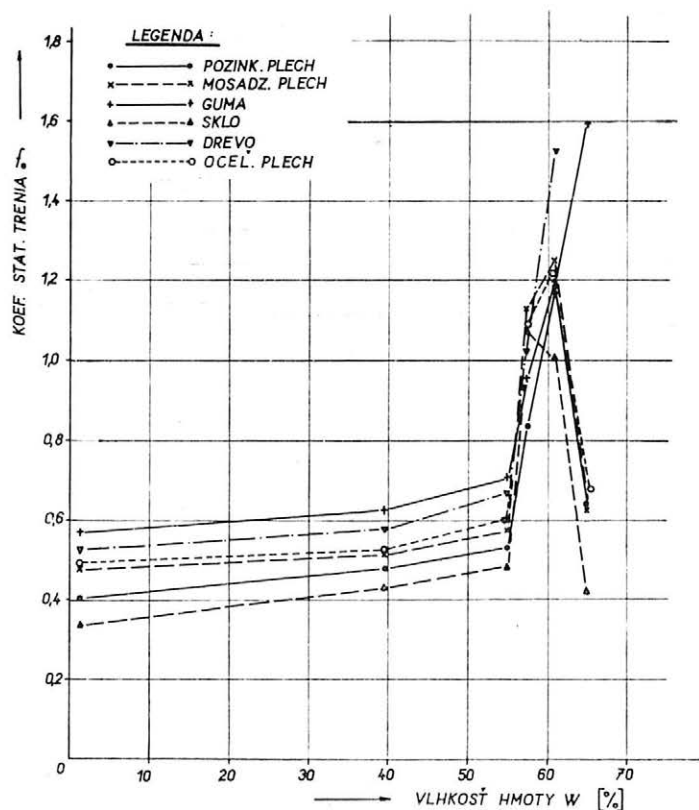
S určitou pravdepodobnosťou a skúsenosťou z praxe môžeme predpokladať, že vybrané základné materiály, na ktorých sa merali koeficienty trenia (plech, plastická hmota a pod.), sa budú používať pri konštrukcii mechanizmov a zariadení pri odstraňovaní, skladovaní a spracovaní slepacieho trusu v klietkovom chove.

Z výsledkov merania koeficientu trenia za klúdu, ktoré sú uvedené v tab. I, sa dajú vyčítať hodnoty na rôzne volených podložkách pri rôznych vlhkostiach meraného materiálu. Závislosť koeficientu trenia za klúdu na vlhkostiach slepacieho trusu pre rôzne podložky je znázornená na obr. 3 a 4. Na základe týchto výsledkov vidíme, že najväčší koeficient trenia za klúdu je na gume, dreve, ocelovom plechu a skle. Rôzne typy skúšaných podložiek z plastickej hmoty oproti klasickým materiálom majú podstatne nižší koeficient trenia. Drsnosť povrchu v našom prípade nebola skúmaná, i keď je dokázané, že má vplyv na koeficient trenia. Z nameraných hodnôt sa dá usúdiť, že koeficient trenia za pokoja pozvoľna stúpa so stúpajúcou vlhkosťou meranej hmoty asi do $W = 55\%$. Pri zvyšovaní vlhkosti sa meraná látka stáva veľmi lepkavá, čo má za následok prudké zvyšovanie koeficientu trenia až do vlhkosti $W = 60\% - 62\%$. Pri ďalšom zvyšovaní koeficient trenia klesá a stáva sa nemerateľným. Oblasť v intervale vlhkosti materiálu od $W = 55\%$ do 62% je oblasťou prechodne kritickou, ktorá by sa nemala uvažovať pri konštrukcii mechanizmov a zariadení.

Na základe poznatkov merania koeficientu trenia slepacieho trusu za klúdu sa vybrali štyri základné materiály na skúmanie koeficientu trenia za pohybu. Namerané hodnoty sú uvedené v tab. II a III. Závislosť koeficientu trenia za pohybu od obvodovej rýchlosti pri rôznych zvolených vlhkostiach je znázornená na obr. 5, 6, 7 a 8. Z nameraných hodnôt vyplýva, že so stúpajúcou vlhkosťou koeficient trenia stúpa. Ďalším poznatkom je to, že koeficient trenia za pohybu od nižších obvodových rýchlostí začína klesať, pri obvodovej rýchlosti 2,5 až 3,5 m s⁻¹ je minimálny a potom znovu začína stúpať.

Namerané hodnoty pri zisťovaní koeficientu trenia za pohybu boli spracované matematicko-štatistickými metódami. V tab. II je prevedený výpočet krivky nameraných

3. Závislost koeficientu tření za pokoja na vlhkosti hmoty při různých podložkách



4. Závislost koeficientu tření za pokoja na vlhkosti při různých podložkách z plastickej hmoty

I. Nameraná hodnota koeficientu trenia za pokoja (statického) slepačieho trusu v klieťkovom chove
Miesto: VÚPT Rovinka

Dátum: 1972

Por. číslo	Materiál podložky	Koeficient trenia za pokoja (statického)					
		$W = 6,0 \%$	$W = 39,1 \%$	$W = 55,2 \%$	$W = 57,5 \%$	$W = 60,9 \%$	$W = 64,9 \%$
1	oceľový plech (11 373.0)	0,48	0,52	0,60	1,08	1,22	0,65
2	pozinkovaný plech	0,40	0,48	0,53	0,83	1,18	0,64
3	mosadzný plech	0,47	0,51	0,57	1,12	1,25	0,62
4	guma (syntetická)	0,57	0,62	0,70	0,95	1,19	1,59
5	sklo	0,33	0,43	0,48	1,07	1,00	0,42
6	drevo (buk)	0,53	0,58	0,66	1,02	1,52	2,09
7	A — hůževnatý polystyrén	0,30	0,46	0,52	0,76	0,85	0,44
8	B — polystyrén	0,30	0,52	0,56	0,85	1,06	0,46
9	C — polypropylén	0,29	0,42	0,49	0,73	1,13	0,36
10	D — PVC-1	0,39	0,49	0,53	0,91	0,88	0,42
11	E — PVC-2	0,33	0,39	0,37	0,76	0,52	0,37
12	F — rozvetvený polyetylén	0,34	0,40	0,46	0,74	0,62	0,47

II. Namerané a vypočítané hodnoty koeficientu trenia (dynamického) slepačieho trusu v klieťkovom chove

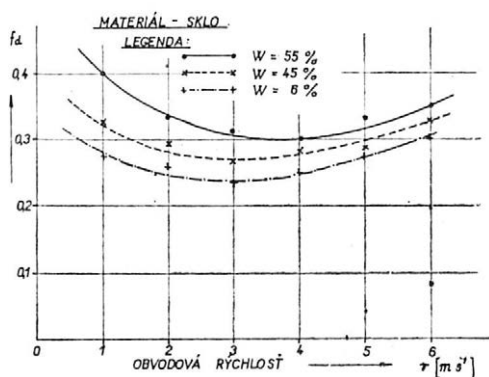
Miesto: VÚPT Rovinka

Dátum: jún 1972

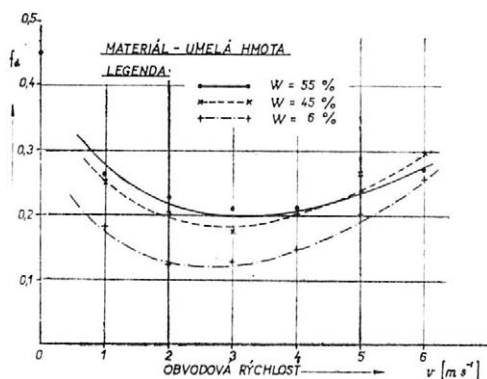
Meraný materiál: slepačí trus (čerstvý)

Por. číslo	Vlhkosť hmoty %	Obvodová rýchlosť [m s ⁻¹]						Vypočítaná rovnica krivky z nameraných hodnôt	Materiál
		1	2	3	4	5	6		
1	6	0,231	0,176	0,151	0,178	0,185	0,293	$f_d = 0,323 - 0,107v + 0,016v^2$	plech obyčajný (11 373.0)
2	45	0,292	0,225	0,210	0,242	0,283	0,328	$f_d = 0,356 - 0,087v + 0,014v^2$	
3	55	0,390	0,337	0,335	0,348	0,371	0,392	$f_d = 0,428 - 0,055v + 0,008v^2$	
4	6	0,273	0,128	0,130	0,181	0,200	0,262	$f_d = 0,358 - 0,131v + 0,019v^2$	plastická hmota
5	45	0,251	0,208	0,176	0,206	0,265	0,294	$f_d = 0,312 - 0,078v + 0,012v^2$	
6	55	0,268	0,230	0,214	0,218	0,233	0,276	$f_d = 0,322 - 0,064v + 0,009v^2$	
7	6	0,267	0,175	0,145	0,160	0,191	0,248	$f_d = 0,365 - 0,124v + 0,017v^2$	drevo
8	45	0,302	0,203	0,160	0,198	0,215	0,268	$f_d = 0,400 - 0,127v + 0,017v^2$	
9	55	0,352	0,258	0,251	0,237	0,261	0,303	$f_d = 0,436 - 0,107v + 0,014v^2$	
10	6	0,277	0,258	0,234	0,248	0,271	0,308	$f_d = 0,323 - 0,052v + 0,008v^2$	sklo
11	45	0,328	0,295	0,270	0,282	0,285	0,323	$f_d = 0,379 - 0,059v + 0,008v^2$	
12	55	0,401	0,334	0,310	0,302	0,331	0,352	$f_d = 0,473 - 0,089v + 0,011v^2$	

Por. číslo	Materiál podložka	Vlhkosť hmoty %	Korelačný koeficient r	Koeficient determinácie r^2 [%]	Stredná chyba σ	Testovacie kritérium t
1	plech obyčajný (11 373.0)	6	0,96	94,08	0,0161	4,88
2		45	0,96	92,97	0,0154	4,45
3		55	0,92	86,06	0,0124	3,04
4	plastická hmota (PVC)	6	0,88	77,54	0,0382	2,27
5		45	0,94	90,08	0,0178	3,69
6		55	0,99	99,49	0,0023	14,15
7	drevo (buk)	6	0,98	96,42	0,0120	6,35
8		45	0,95	90,40	0,0206	3,76
9		55	0,96	93,41	0,0142	4,61
10	sklo	6	0,98	97,09	0,0056	7,08
11		45	0,97	95,76	0,0062	5,82
12		55	0,97	95,76	0,0094	5,81



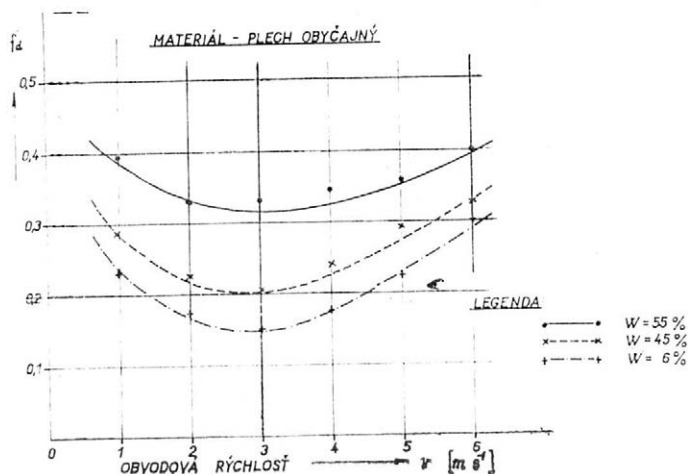
5. Závislosť koeficientu trenia za pohybu na obvodovej rýchlosti pri rôznych vlastnostiach (podložka zo skla)



6. Závislosť koeficientu trenia za pohybu na obvodovej rýchlosti pri rôznych vlhkostiach (podložka z plastickej hmoty)

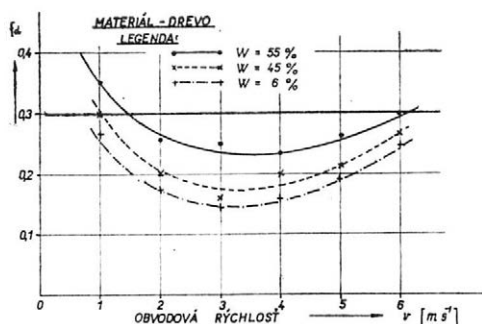
výsledkov metódou najmenších štvorcov a pre každú závislosť určená rovnica s príslušnými koeficientami. Pre úplnosť sú uvedené v tab. III korelačné koeficienty a testovacie kritéria t . Keď porovnáme korelačný koeficient s tabuľkovou hodnotou na hladine významnosti 95 % (Reisenauer 1970), zistíme, že nám potvrdzuje funkčnú závislosť. Testovaním korelačného koeficientu pomocou t -Studentovho rozdelenia sa dá zistiť podľa Reisenauera (1970); jeho hodnota je významná na zvolenej hladine významnosti.

Rovnice a matematicko-štatistické charakteristiky boli vypočítané na počítači Wang 2200.



7. Závislosť koeficientu trenia za pohybu na obvodovej rýchlosti pri rôznych vlhkostiach (podložka z plechu)

8. Závislosť koeficientu trenia za pohybu na obvodovej rýchlosti pri rôznych vlhkostiach (podložka z dreva)



Z Á V E R

Koeficient trenia za kludu i za pohybu má vplyv na mnoho činiteľov pri odstraňovaní, doprave a spracovaní slepačieho trusu z klieťkových batérií. Po zhodnotení a spracovaní nameraných výsledkov sa dalo usúdiť:

Trenie za kludu (statické) — zistilo sa, že trenie za pokoja stúpa s vlhkosťou až do vlhkosti $W = 55 \%$; po prekročení tejto vlhkosti hmoty nastáva prudké narastanie koeficientu trenia až do vlhkosti $W = 60 \%$. Táto oblasť sa nazýva prechodná a slepačí trus sa mení na kašovitú hmotu. Po prekročení tejto oblasti koeficient trenia za kludu klesá a je nemerateľný, nakoľko trus sa mení na tekutú hmotu.

Trenie za pohybu (dynamicke) — bolo prevedené do vlhkosti hmoty $W = 55 \%$ v rozmedzí obvodovej rýchlosti 1 až 6 m s^{-1} . Z nameraných hodnôt vyplýva, že zvyšovaním vlhkosti hmoty koeficient trenia za pohybu stúpa a najnižšiu hodnotu vykazuje pri jednotlivých vlhkostiach práve v oblasti obvodovej rýchlosti 2,5 až $3,5 \text{ m s}^{-1}$. Po prekročení tejto rýchlosti koeficient trenia zasa stúpa.

Literatúra

- BURMISTROVA M., 1962 Fiziko-mechaničeskije svojstva sel'skochoz. rastenij Moskva.
- FIALA J., 1965, Tření zemědělských materiálů. Zem. technika 4 : 205-220.
- HORÁK, KUPKA, 1966, Fyzika, SNTL Praha.
- KRAGEL'SKIJ I. V., VINOGRADOVA I., 1962, Koeficient trenija. Moskva.

- MYSLIVEC V., 1967, Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. ČSAZV Praha.
- RAMACSAY L., 1972, Fyzikálne vlastnosti slepačieho trusu v klieťkovom chove. Záver. správa č. 10, VÚPT Rovinka.
- REISENAUER R., 1970, Metódy matematickej štatistiky. Praha.
- SLAVÍČEK E., WAGNER J., 1971, Fyzika pro chemiky. SNTL Praha.
- SZABÓ I., 1967, Mechanika tuhých telies a kvapalín. SNTL Praha.
- SINDELÁŘ V., SMRŽ L., 1968, Nová měrová soustava SI. SNTL Praha.

Došlo dne 6. 2. 1974

РАМАЧАИ Л. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Ровинка-у-Братиславы, Чехословакия). Коэффициент трения куриного помета. Зем. техника 20 (6) : 319-326, 1974.

На основе теоретических предпосылок были определены два способа измерения коэффициента трения куриного помета при клеточном разведении. Устанавливалась зависимость коэффициента трения в состоянии покоя от окружной скорости при трех влажностях. Результаты измерения были подытожены по методу математической статистики, а уравнения кривой вычислены по методу минимальных квадратов.

коэффициент трения; куриный помет; влажность материала; клеточное разведение; математическая статистика

RAMACSAY L. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka pri Bratislave, Czechoslovakia). *The Friction Coefficient of Hen Dung*. Zem. техника 20 (6) : 319-326, 1974.

Two methods of the measurement of the coefficient of friction in the dung of hens kept in cages were developed on the basis of theoretical considerations. The dependence of the coefficient of friction on moisture was studied at rest, and the dependence of the coefficient of friction on peripheral velocity was studied in movement at three moisture levels. The results were processed by the method of mathematical statistics, and the equations of the curve were calculated by the least-square method.

coefficient of friction; hen dung; moisture contents of the matter; cage rearing; mathematical statistics

RAMACSAY L. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Rovinka pri Bratislave, Tschechoslowakei). *Reibungskoeffizient des Hennenkots*. Zem. техника 20 (6) : 319-326, 1974.

Aufgrund der theoretischen Erwägungen wurden zwei Arten der Messung von Reibungskoeffizient des Hennenkots in der Käfighaltung bestimmt. Es wurde die Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten im Ruhezustand von der Feuchtigkeit und in der Bewegung von der Umfangsgeschwindigkeit bei drei ausgewählten Feuchtigkeitswerten ermittelt. Die angemessenen Ergebnisse wurden mit der Methode der mathematischen Statistik ausgewertet und die Gleichungen der Kurve anhand der Methode der kleinsten Quadrate errechnet.

Reibungskoeffizient; Hennenkot; Feuchtigkeit der Masse; Käfighaltung; mathematische Statistik

Adresa autora:

Ing. Ladislav Ramacsay, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, 900 42 Rovinka pri Bratislave

J. Knoll

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

KNOLL J. *Prístroj na meranie pevnosti v tlaku zrnín*. Zem. technika 20 (6) : 327-332, 1974.

Uvedený prístroj, ktorý je určený na skúmanie pevnosti zrnín v tlaku (ako i v tahu), je výrobne nenáročný a má značnú použiteľnosť. Ďalšou výhodou je, že sa na ňom môžu snímať sily značne malé. Priebeh zaťažujúcej sily, ako aj deformáciu pozorovaného materiálu, je možné zaznamenávať na oscilograf resp. pripojiť snímané signály (z tenzometrov a indukčného snímača) na elektromagnetický integrátor a zaznamenávať prácu potrebnú na deformáciu skúmaného materiálu.

meranie pevnosti; zrno; sila; deformácia; práca; vlhkosť; prístroj

Agrofyzika v posledných rokoch zaznamenala značný vzostup. Podnetom k tomuto vzostupu je široký vedecký prístup nadväzných odborov, a to v oblasti výskumu mechanizmov, materiálov a produktov, ktoré majú biologický charakter.

Poznať fyzikálno-mechanické vlastnosti v statických alebo dynamických podmienkach je cieľom výskumníkov. K poznaniu týchto vlastností musí byť vhodne volená výskumná metóda a meracia technika.

V ČSSR je väčšina prístrojovej techniky určená k výskumu jednej problematiky, alebo len k niekoľkým. Sú to prístroje alebo zariadenia vlastnej konštrukcie, alebo adaptované prístroje z iných oblastí výskumu, používané napr. na VÚZT Praha - Řepy, na VŠP v Nitre a inde. Na niektorých pracoviskách sa používa prístroj INSTRON, ktorý sa vyznačuje modernou koncepciou a značnou univerzálnosťou. Je stavaný pre zaťaženie od 2 do 500 kp, preto nie je vyhovujúci pre výskum agrofyzikálnych plodín, ktoré potrebujú na deformáciu menšie zaťaženie.

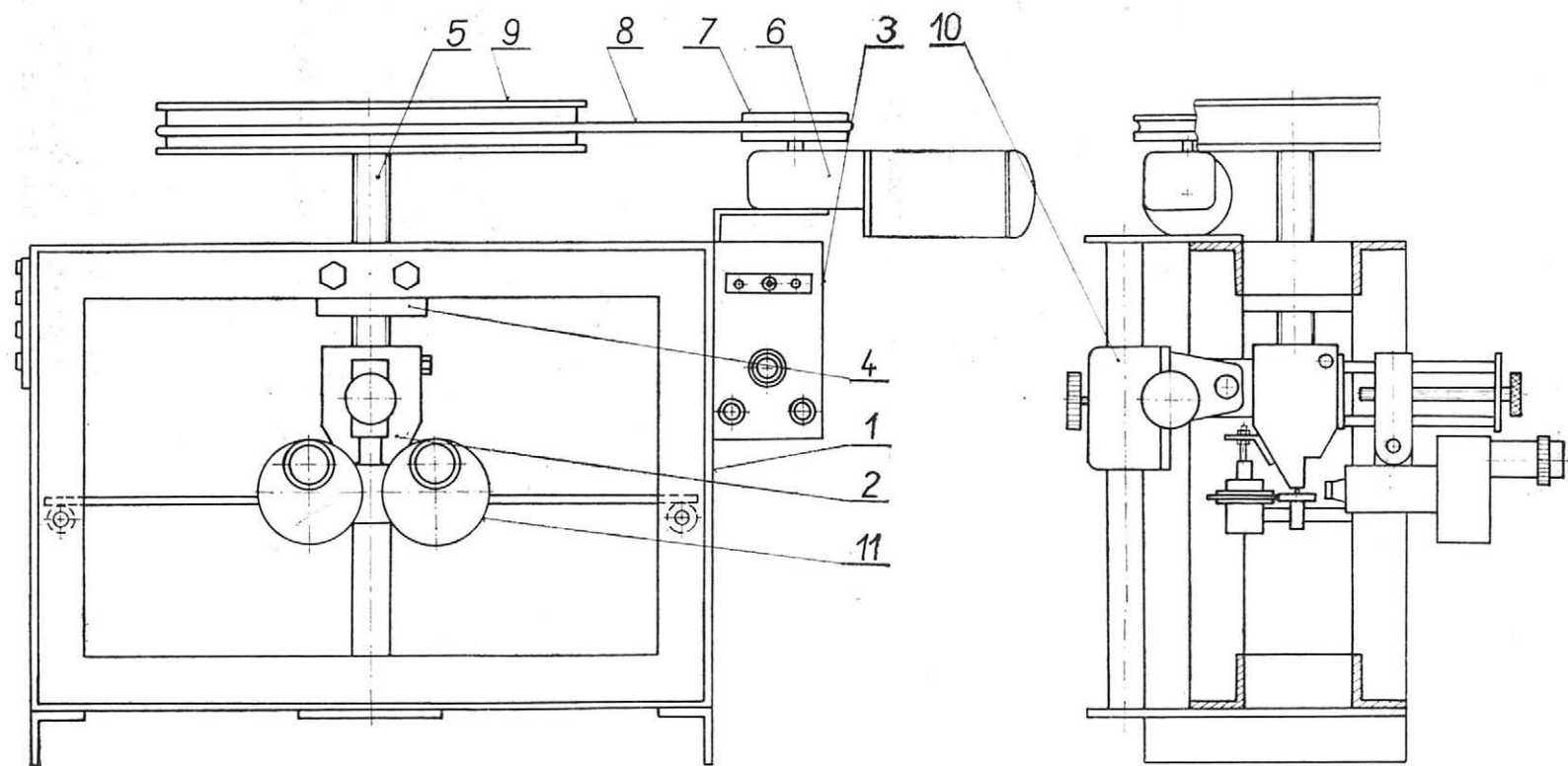
Preto bol na VŠP v Nitre na katedre technickej mechaniky vyhotovený prístroj na meranie pevnosti v tlaku pre niektoré plodiny, ako napr. raž, ovos, jačmeň, pšenica, ako aj olejniný a iné.

MATERIÁL A METÓDY

POPIS PRÍSTROJA

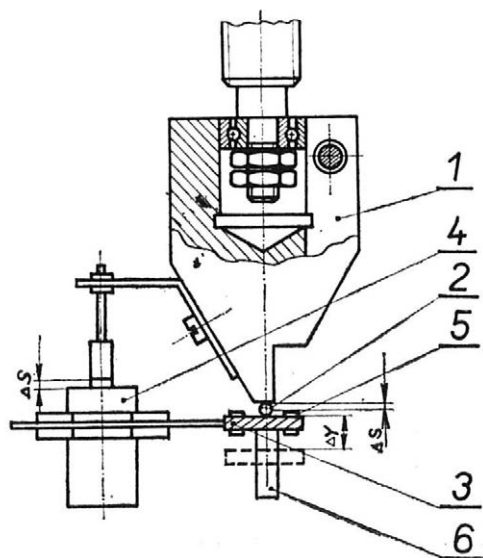
Prístroj pozostáva z rámu 1 (obr. 1), ku ktorému je upevnená matica 4, ňou prechádza skrutka 5 otáčaná elektromotorom 6. Kladka 7 remeňom 8 poháňa remenicu 9, čím je vyvolaný vertikálny pohyb barana 2. Nosník 3

1. Prístroj na meranie pevnosti zrna



(obr. 2) je uložený na ložiskách 6 preto, aby boli vylúčené bočné sily pri deformácii zrna. Optické pozorovanie je umožnené binokulárom 11 (obr. 1). Bočný pohyb barana je vylúčený rybinovým vedením 10. Riadiaci panel 3 je upevnený o stojan.

Na obr. 2 je vyobrazený baran 1, ktorý pritláča (deformuje) zrno na nosníku 3. Deformácia je zároveň snímaná indukčným snímačom 4, ktorého cievka je pevne spojená s nosníkom 3 a jadro indukčného snímača s baranom 1. Zaťaženie barana sa prenáša cez zrno 2 na nosník 3, na ktorom je vyvedený priehyb Δy . Tento priehyb (resp. napätie) nosníka je snímaný štyrmi tenzometrami 5 (obr. 2).



2. Upevnenie indukčného snímača a umiestnenie tenzometrov

POPIS MERACEJ APARATÚRY

Relatívny pohyb medzi baranom a nosníkom, teda deformácia zrna, je snímaný indukčným snímačom PR 9314/02, ktorého rozsah je ± 2 mm. Snímaný signál zosilňovačom UM 111 je zosilnený a zaznamenaný registračnou aparátúrou N 115. Sila pôsobiaca na skúmaný materiál je snímaná tenzometricky s ohýbaného nosníka, ktorý tvorí podložku zrna. Signál z tenzometrov zosilňovačom TDA 3 je zosilnený a zaznamenaný registračnou aparátúrou.

PRÁCA PRÍSTROJA

Prístroj je určený na výskum pevnosti zrnín v tlaku pre zaťaženia od 0,1 do 20 kp. Rozsah zaťažovania je možné meniť voľbou prierezových charakteristík ohýbaného nosníka pri rýchlosti posunu 2 alebo 3 cm min⁻¹. Snímač deformácie zrna zaznamenáva hodnoty absolútneho stlačenia sledovaného materiálu. Zariadením je možné snímať silu potrebnú na deformáciu zrna, a tým zistiť deformačnú prácu potrebnú na rozrušenie zrna.

Tento prístroj je tiež možné adaptovať na skúmanie pevnosti materiálov v ťahu.

CIACHOVANIE PRÍSTROJA

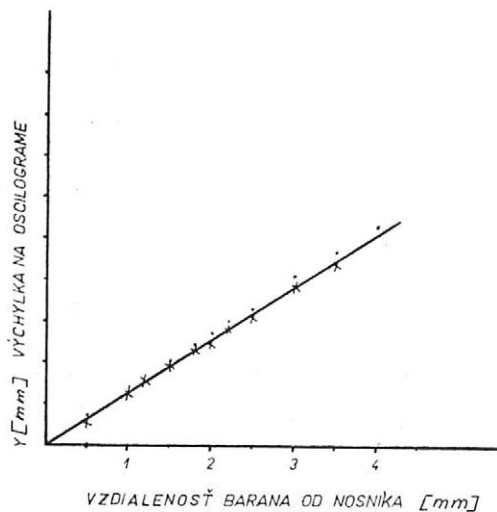
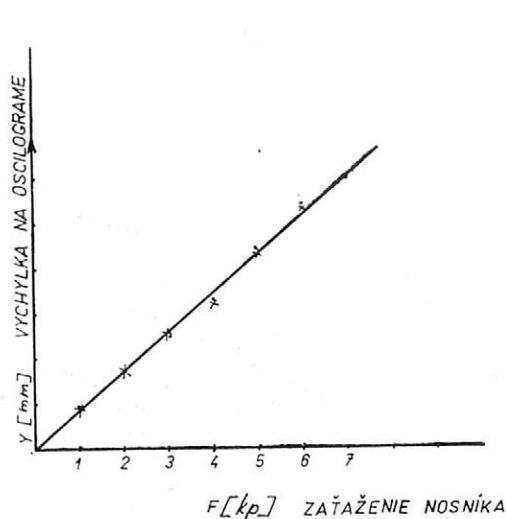
a) Ciachovanie nosníka

K najväčšej zaťažujúcej sile je nadimenzovaný nosník tak, aby nebolo prekročené dovolené napätie v nosníku.

Ciachovanie sa prevádza presnými závažiami. Nosník bol trikrát predťažený na maximálne zaťaženie a potom postupne od nulového zaťaženia po maximálne. Ciachovací diagram pozri na obr. 3.

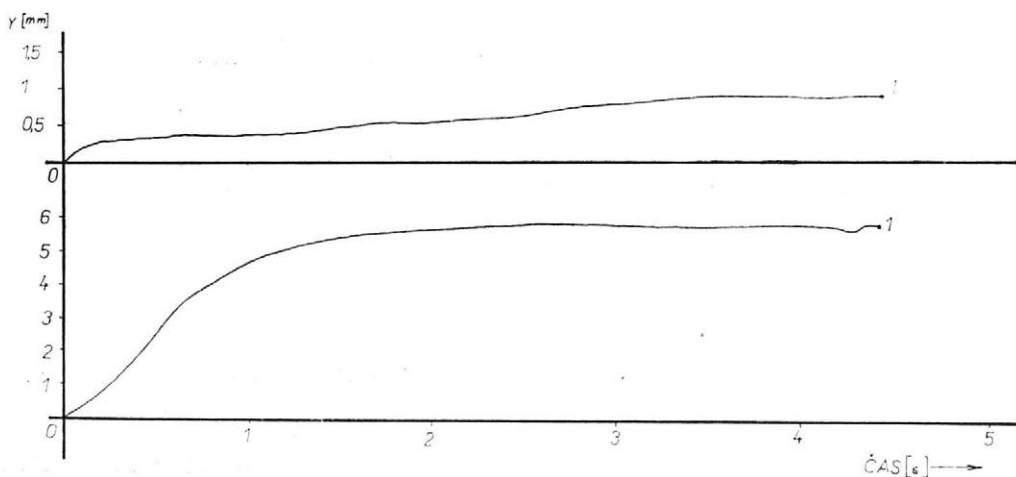
b) Ciachovanie indukčného snímača

Indukčný snímač, ktorého merací rozsah je ± 2 mm, bol ciachovaný Johan-sonovými mierkami. Nulová hodnota na indukčnom snímači bola nastavená tak, aby medzi baranom a nosníkom bola medzera 2 mm. Potom bol baran

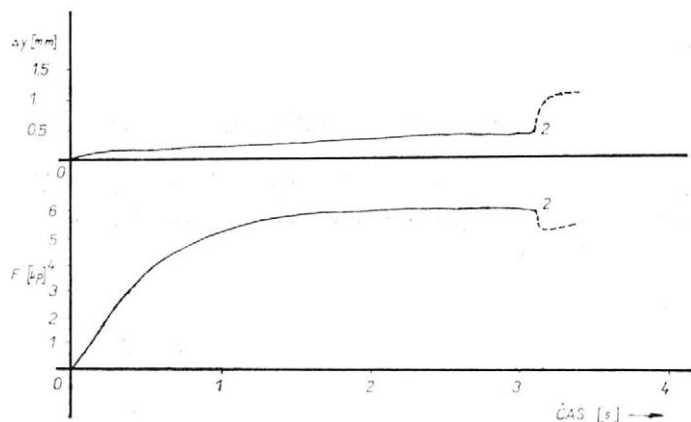


3. Diagram zataženia nosníka v závislosti na priehybe

4. Diagram vzdialenosti barana od nosníka



5. Priebeh deformácie zrna a deformačnej sily pri relatívnej vlhkosti 13,6%



6. Priebeh deformácie zrna a deformačnej sily pri relatívnej vlhkosti 10%

vysunutý na vzdialenosť 4 mm. Vzdialenosť bola postupne zmenšovaná a zaznamenávaná na oscilogram. Ciachovací diagram pozri na obr. 4.

VÝSLEDKY

VLASTNÉ MERANIE

Na obr. 5 je oscilografický záznam priebehu deformácie a deformačnej sily zrna o obsahu vlhkosti 13,6 %. Na začiatku deformácie sila, ako aj deformácia zrna pomerne prudko vzrastá. V ďalšej fáze deformácia prebieha pozvoľnejšie. V bode 1 sa prejaví viskoelastické vlastnosti materiálu a dochádza k rozdrveniu zrna.

Na obr. 6 je záznam priebehu deformácie a deformačnej sily zrna o obsahu vlhkosti 10 %. Na začiatku stlačovania zrna sila prudko vzrastá, v ďalšej fáze rastie pozvoľnejšie. Deformácia rastie pozvoľne až do okamihu úplnej deformácie v bode 2.

ZÁVER

Uvedený prístroj, ktorý je určený na skúmanie pevnosti zrnín v tlaku (ako i v ťahu), je výrobne nenáročný a má značnú použiteľnosť. Ďalšou výhodou je, že sa na ňom môžu snímať sily značne malé. Priebeh zaťažujúcej sily, ako aj deformáciu pozorovaného materiálu je možné zaznamenávať na oscilograf, resp. pripojiť snímané signály (z tenzometrov a indukčného snímača) na elektromagnetický integrátor a zaznamenávať prácu potrebnú na deformáciu skúmaného materiálu.

Došlo dne 8. I. 1974

KNOLL J. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Аппарат для измерения сопротивления сжатию в зерновых. *Zem. technika* 20 (6) : 327-332, 1974.

Аппарат, предназначенный для измерения сопротивления зерновых сжатию (и разрыву), легко конструируется и имеет большое применение. Другое его преимущество — в возможности измерять весьма малые силы. Ход тяговой силы и деформацию материала можно записывать на осциллограф или же перевести сигналы (с тензометров и датчиков индукций) на электромагнитный интегратор, отмечая таким образом, усилие, необходимое для деформации данного материала.

измерение сопротивления; зерно; сила; деформация; усилие; влажность; аппарат

KNOLL J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *An Apparatus for the Measurement of Grain Crushing Strength*. *Zem. technika* 20 (6) : 327-332, 1974.

The mentioned apparatus designed to be used for the determination of grain crushing strength (and tensile strength) is simple as to production, and its use is very broad. Another advantage is that it is suitable even for very small forces. The course of the loading stress and the deformation of the studied material can be recorded by an oscillograph, or the signals (from a tensometer and an induction indicator) can be connected to an electromagnetic integrator, and the work required for the deformation of the material can be recorded.

measurement of strength; grain; force; deformation; work; moisture; apparatus

KNOLL J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra, Tschechoslowakei). *Gerät zum Messen der Druckfestigkeit von Körnerfrüchten*. Zem. technika 20 (6): 327-332, 1974.

Das angeführte Gerät, das zum Messen der Körnerfrüchte-Druckfestigkeit (sowie der Zugfestigkeit) bestimmt ist, stellt geringe Ansprüche auf Produktion und hat eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten. Ein weiterer Vorteil ist, daß es zum Abnehmen von ziemlich kleinen Kräften benutzt werden kann. Der Verlauf der belastenden Kraft sowohl die Deformation des beobachteten Materials können auf einen Oszillograph aufgenommen werden, bzw. es ist möglich, die aufgenommenen Signale (von den Tensometern und dem Induktionsgeber) auf einen elektromagnetischen Integrator umzuschalten und die für die Deformation des untersuchten Materials erforderliche Arbeit zu registrieren.

Messen der Druckfestigkeit; Korn; Kraft; Deformation; Arbeit; Feuchtigkeit; Gerät

Adresa autora:

Ing. J. Knoll, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 67 Nitra

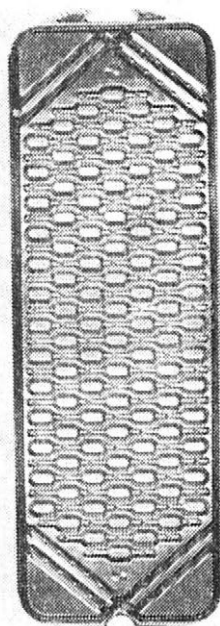
J. Kolín

Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Praha

KOLÍN J. *Deskové výměníky s intenzivním sdílením tepla*. Zem. technika 20 (6) : 333-342, 1974.

Podstatný vliv na proces výměny tepla v deskovém výměníku má tvar pracovní plochy desky, která tvoří jeho základní stavební jednotku. Mezi mnoha faktory, které její dokonalost podmiňují, zaujímají přední místo její vlastnosti termodynamické, charakterizované součinitelem přestupu tepla, a hydrodynamické, charakterizované tlakovou ztrátou. Optimální vztah mezi nimi určuje desku energeticky výhodnou. Předkládaná práce se proto zabývá návrhem nové pracovní plochy desky, jejíž vhodnost je posuzována na základě vztahu mezi součinitelem přestupu tepla a tlakovými ztrátami.

deskový výměník; nová deska; přestup tepla



1. Fotografie desky CHX 1000

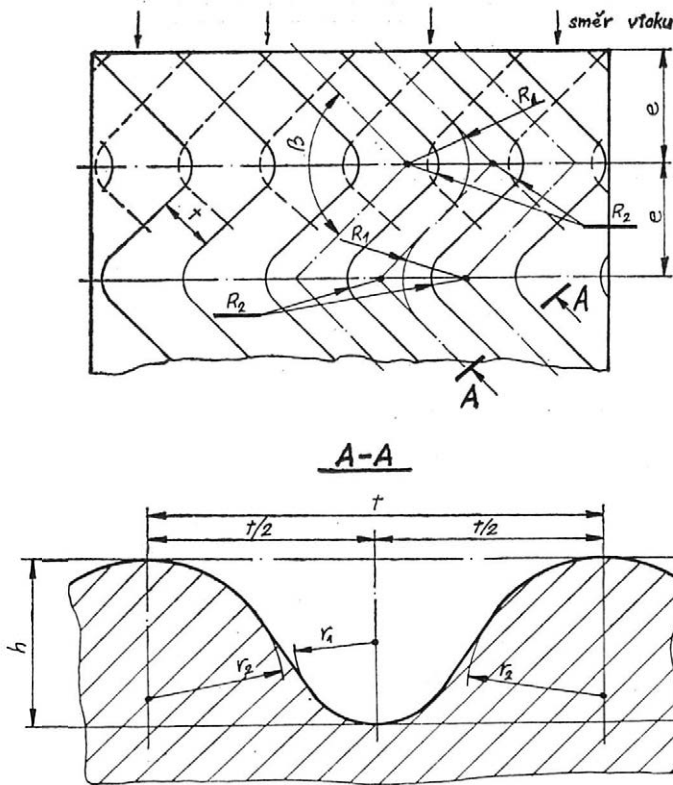
Ve spolupráci s Chotěbořskými strojírnami byl řešen úkol, jehož výsledkem by měl být návrh nové desky. U této desky by se mělo dosáhnout zvětšení součinitele prostupu tepla vzhledem k desce CHX 1000 (obr. 1), která tvoří v dnešní době základní součást chotěbořských pastérů pro výkony 10 a 20 m³ h⁻¹. Nová deska samozřejmě musí zintenzivnit proces výměny tepla, charakterizovaného součinitelem přestupu tepla při minimálních tlakových ztrátách.

Program výzkumu termodynamických a hydrodynamických vlastností nové desky (obr. 2) byl stanoven pro čtyři modely desek (deska I—IV). Základní parametry desek jsou:

deska	h (mm)	t (mm)	β (mm)
I	4	13,0	90°
II	4	13,0	120°
III	5	15,2	90°
IV	5	15,2	120°

Poloměry r_1 , r_2 , R_1 , R_2 vyplývají z technologie výroby, průměrná délka půlvlny e je stejná pro všechny desky. Pracovní plocha nové desky je tvořena podélnými vlnami (vzhledem ke směru vtoku) vytvořenými v základní rovině desky. Průtočné kanály v deskovém výměníku jsou potom vytvořeny stejnými

2. Schéma navržené nové desky

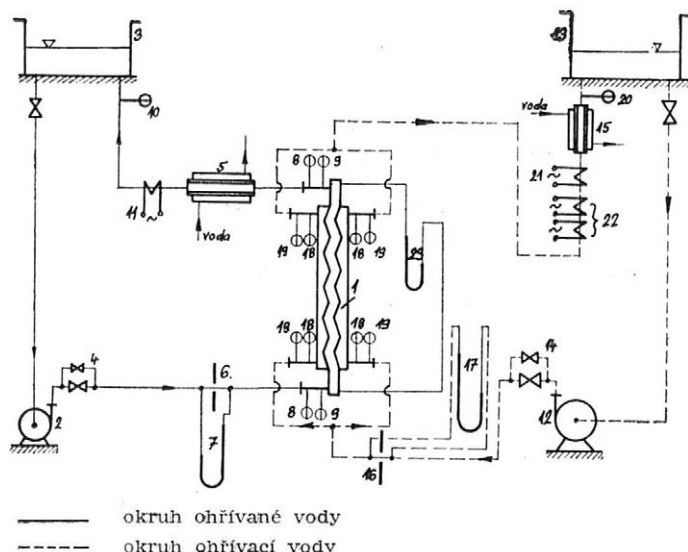


deskami tak, že každá druhá je překlopena vzhledem k předcházející. Tím se desky dotýkají na vrcholech vln (je tedy velké množství dotykových bodů) a vznikne kanál se dvěma se křižujícími toky. Tento kanál by měl dosáhnout větších hodnot součinitele přestupu tepla vzhledem k jiným typům desek deskových výměníků tepla, jak vyplývá z dosažitelných literárních pramenů (Barranovskij 1962, Kolín 1973, Oktábec 1969).

Modely desek byly vyrobeny se stejnými vnějšími rozměry ($793 \times 199 \times 13$ mm) z mosazi v Chotěbořských strojárnách. Výzkum je zaměřen na experimentální zjištění součinitele přestupu tepla a tlakových ztrát v jednom kanálu tvořeném dvojicí určité modelové desky. Výsledky měření ve zvlněném kanálu jsou porovnány s naměřenými hodnotami v plochem hladkém kanálu tvořeném dvojicí plochých hladkých desek (deska O) s teplosměnnou plochou rovnou průměrné ploše modelových desek.

Zkušební aparatura je navržena tak, aby mohl být sledován vliv geometrie zvlněného kanálu na součinitel přestupu tepla a tlakovou ztrátu (obr. 3). Základem aparatury je souproutý výměník tepla s ohříváním a ohřívacím okruhem. Měřený kanál je součástí ohřívacího okruhu. V obou okruzích se jako teplosnosné médium používá destilovaná voda. Ze schématu vyplývá, že v obou okruzích je průtok měřen clonami 6,16 s U-manometry 7-17 se rtuťovou náplní, teplota je předběžně zjišťována cejchovanými rtuťovými skleněnými teploměry 8,19 s dělením $0,1^{\circ}\text{C}$ a přesná hodnota je určena termočládkovými teploměry Cu-Ko 9,18 (průměr drátku vyráběného firmou Degussa je 0,5 mm), zabudovanými do měděných kapilár. Na straně ohřívání vody jsou termočládky v kapilárách umístěny po čtyřech ve směru stejné teploty (po izotermě)

3. Schéma zkušebního zařízení



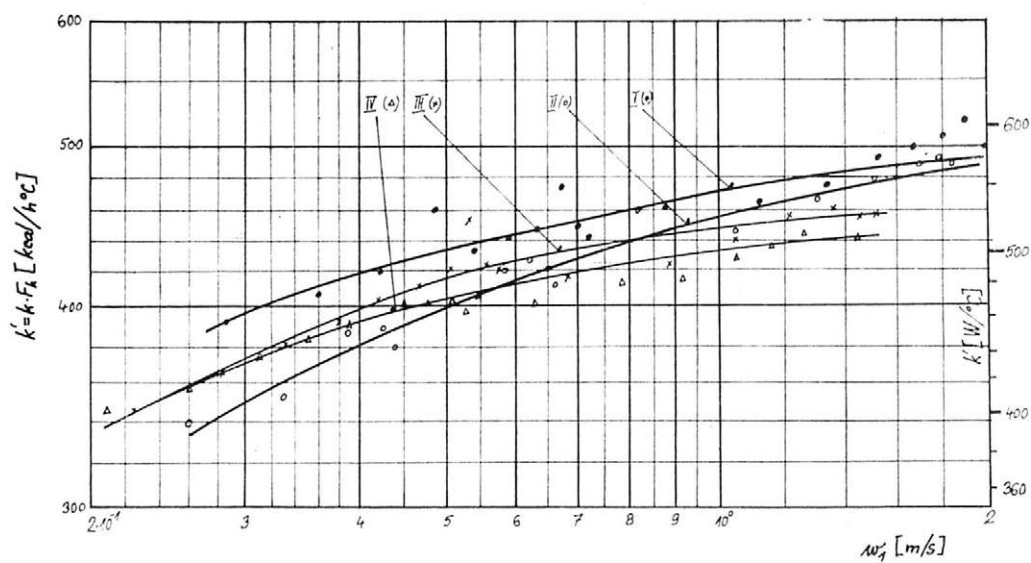
přímo na vstupu a výstupu z kanálu. V okruhu ohřívací vody jsou termočlánky v kapilárách umístěny po třech po obou vnějších stranách v kanálu na vstupu v hrdlech, a to tak, aby byla měřena teplota vody v hrdlech při vstupu do výměníku. Původně bylo stejné seskupení termočlánků i ve výstupních hrdlech. Poněvadž se měřená teplota rychle měnila vzhledem k nestabilnímu proudění při vstupu do těchto hrdel, bylo určení její průměrné hodnoty velmi nepřesné; proto byla průměrná teplota počítána z tepelné bilance a termočlánky zde nebyly používány.

V okruhu ohřívané kapaliny nasává odstředivé čerpadlo 2 vodu ze zásobní nádrže 3 a dopravuje ji do zkušebního kanálu. Průtokem v kanálu se voda ohřeje z teploty t_1 na t_2 . Získané teplo se odebrá v trubkovém výměníku 5 pro dosažení původní teploty t_1 . Pro dodržení teploty t_1 s určitou přesností je okruh doplněn regulačním teploměrem Vertex 10, který ovládá přes regulační relé se zdrojem (celkové označení je RPX 101) regulační topné těleso 11 s nastaveným výkonem (pomocí autotransformátoru) $\sim 1,9$ kW. Topné těleso 11 doplňuje úbytek tepla způsobeného větším ochlazením vody ve výměníku 5.

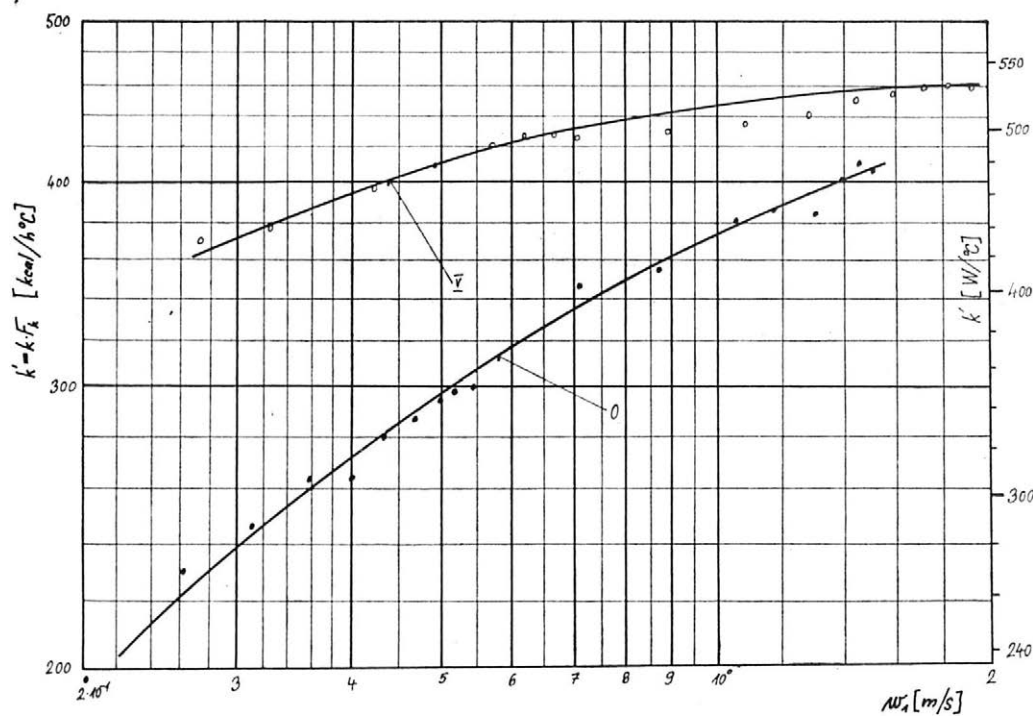
V ohřívacím okruhu pro získání původní teploty je voda ohřívána čtyřmi průtokovými topnými tělesy 22 (4×6 kW) a jedním regulačním tělesem 21 s nastaveným výkonem (pomocí autotransformátoru) $\sim 1,9$ kW. Pro nastavení vstupní teploty do zkušebního výměníku má tento okruh stejnou regulaci jako ohřívací (Vertex 20, relé RPX 101, trubkový výměník 15).

Tlakové ztráty v kanálu jsou měřeny U-manometrem 23 s rtuťovou nebo bromoformovou náplní. Elektromotorická síla termočlánků je měřena digitálním voltmetrem Solartron LM 1420.2 s přesností $\pm 1 \mu\text{V}$; termočlánky se přepínaly ručně u přepínače CVP 100 (zanášá do okruhu tzv. šumivé napětí $\pm 5 \mu\text{V}$), srovnávací konec termočlánků je udržován na 0°C v kryostatu s přesností $\pm 0,02^\circ\text{C}$. Vlastní termočlánky mají maximální chybu $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Experiment byl navržen tak, aby nebyly měřeny povrchové teploty desek v kanálu pro výpočet součinitele přestupu tepla vzhledem k složitému tvaru. Proto byla přijata metoda výpočtu součinitele přestupu tepla z naměřených hodnot součinitele prostupu tepla (1). Měření se uskutečnilo při konstantním

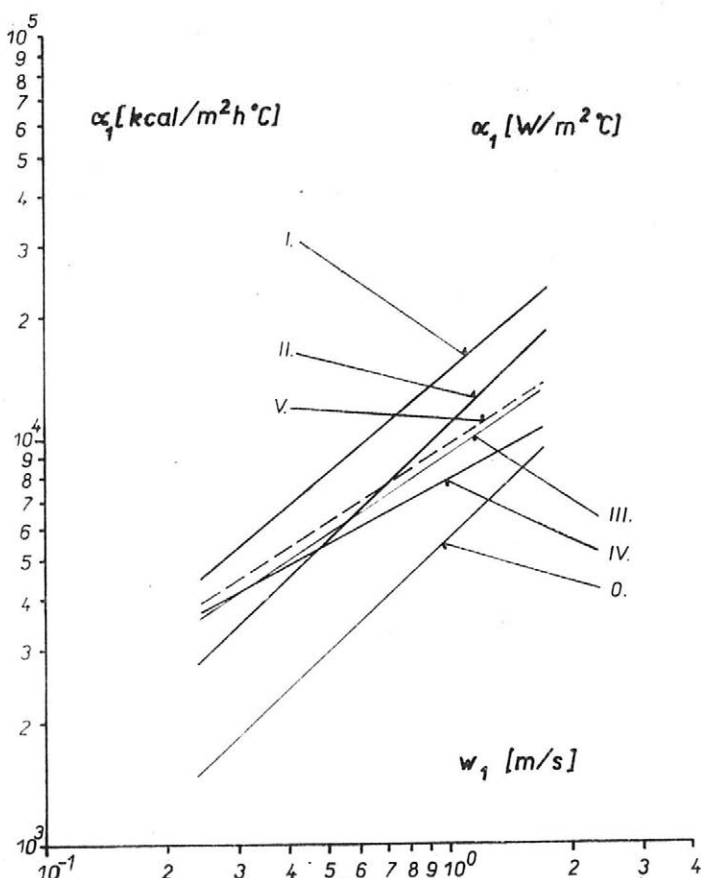


4. Závislost součinitele k' na průtočné rychlosti w_1 pro desku I—IV



5. Závislost součinitele k' na průtočné rychlosti w_1 pro desky O, V

6. Závislost součinitele přestupu tepla α_1 na průtočné rychlosti w_1



průtočném množství ohřívací vody $\sim 5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ při konstantní vstupní teplotě do výměníku $\sim 80^\circ\text{C}$. Vstupní teplota ohřívání vody, jejíž průtočné množství se během zkoušky měnilo pro stanovení funkční závislosti součinitele přestupu tepla na proudových poměrech, byla udržována na konstantní hodnotě $\sim 40^\circ\text{C}$. Obr. 4 a 5 představují naměřené hodnoty součinitele

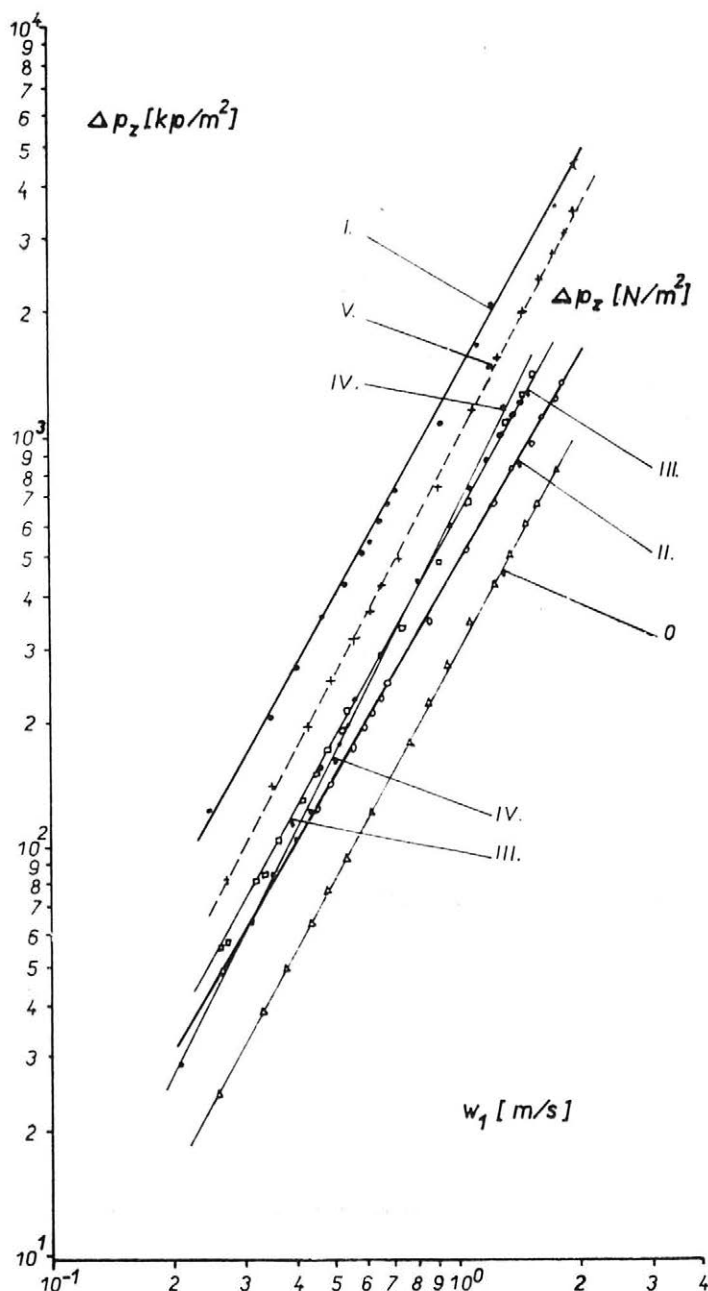
$$k' = k \cdot F_k \text{ na } w_1$$

kde: k — součinitel prostupu tepla

F_k — plocha prostupu tepla, kterou lze samostatně velmi těžko určit

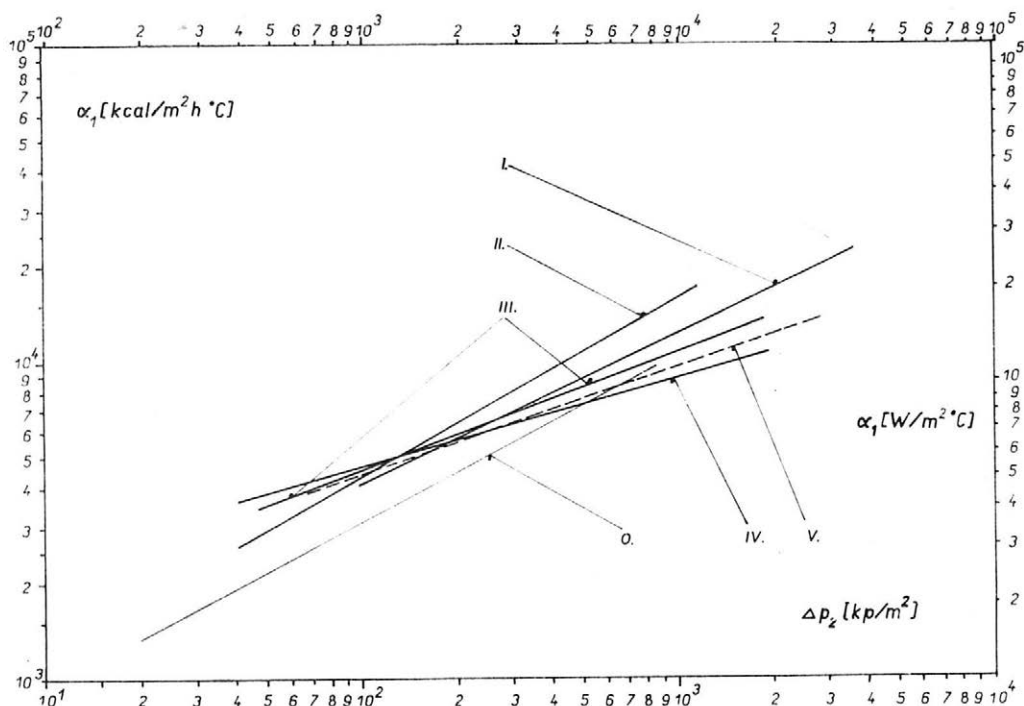
w_1 — střední průtočná rychlost v kanálu, stanovená na základě zjištění středního průtočného průřezu F planimetrováním několika řezů lukoprénového odlitku kanálu

Na obr. 5 kanál V představuje kombinaci desek I a II. Tato kombinace má sloužit pro zjištění vlivu tzv. teplotní délky (viz dále) na přestup tepla. Z naměřených hodnot k' byly vypočítány hodnoty součinitele přestupu tepla α_1 (obr. 6). Jak je z obrázku patrné, dosahuje nejvyšších hodnot kanál tvořený deskami I, jehož tlakové ztráty jsou však také nejvyšší (obr. 7). Jestliže se grafickou cestou odvodí závislost $\alpha_1 - \Delta p_z$ (obr. 8), vyjde, že deska II dosahuje lepších vlastností než ostatní. Pro posouzení energetické výhodnosti určité desky byl spočítán tzv. energetický koeficient E_o , definovaný jako podíl součinitele α_1 a práce potřebné k přemístění teplotnosné látky (v tomto případě



vody) za jednotku času na jednotce teplosměnné plochy F_1 . Závislost E_0 na w_1 představuje obr. 9. Z porovnání desek vyplývá, že desku II lze označit za desku energeticky nejvýhodnější. Kanál tvořený touto deskou dosahuje při $w_1 = 0,5 \text{ m s}^{-1}$ těchto hodnot:

- součinitel přestupu tepla α_1 je $\sim 1,9$ krát vyšší než v plochém hladkém kanálu,
- tlakové ztráty jsou $\sim 1,75$ krát vyšší ve srovnání s hladkým kanálem,
- energetický koeficient E_0 je $1,6$ krát vyšší než E_0 v hladkém kanálu.



3. Závislost součinitele přestupu tepla α_1 na tlakových ztrátách Δp_z

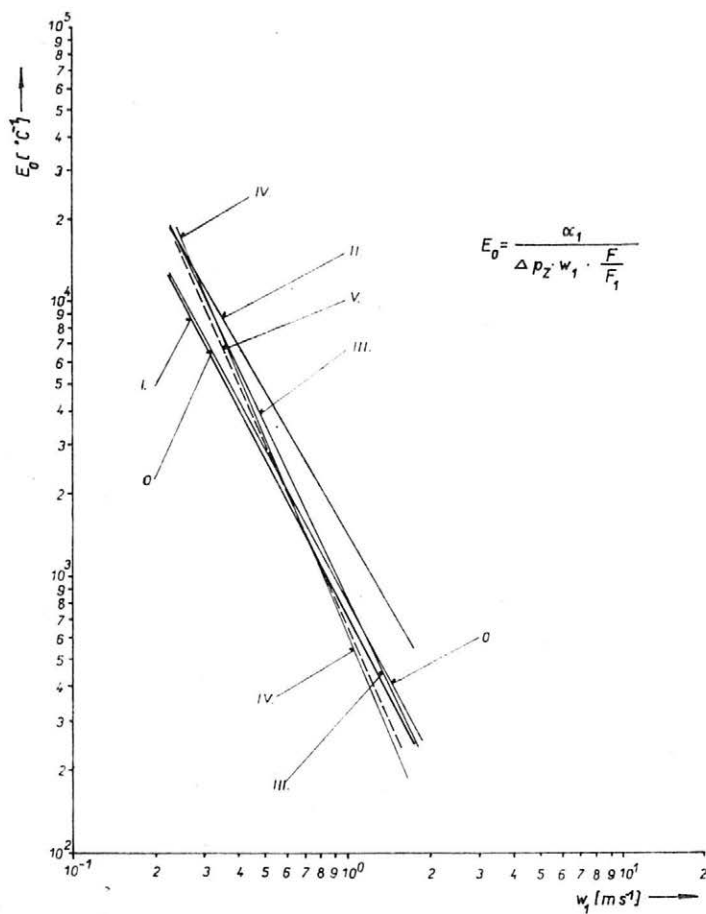
Poněvadž nová deska by měla být použita hlavně v potravinářském průmyslu (pro tepelné zpracování mléka), je třeba vedle energetické výhodnosti posoudit i její odolnost proti napalování. Na napalování má však vliv vedle proudových a teplotních poměrů také kvalita povrchu desky. Modelová deska byla vyrobena vyfrézováním do mosazného plechu, skutečná deska je ovšem vylišována z nerezového plechu. Kvalita obou povrchů je tedy nesrovnatelná. Experimenty na modelových deskách, na kterých se zjišťovalo napalování, by tedy neodpovídaly skutečnosti, a proto se neuskutečnily. Informativní pohled na tento problém by mohla dát tzv. proměnná teplotní délka Θ , která je dána poměrem stupně chřátí $(t_2 - t_1)$ protékající vody v kanálu a příslušnou hodnotu středního logaritmického spádu $\Delta t'$ (obr. 10).

Z porovnání desek vyplývá, že nejvyšších hodnot dosahuje deska I, takže by byla vhodná pro tepelné zpracování kapalin, které snesou vyšší stupeň ohřátí. Deska II dosahuje hodnot nižších, zdá se tedy být vhodnější z hlediska průběhu Θ na w_1 a toho, co bylo řečeno již dříve, pro potravinářské kapaliny, hlavně pro mléko.

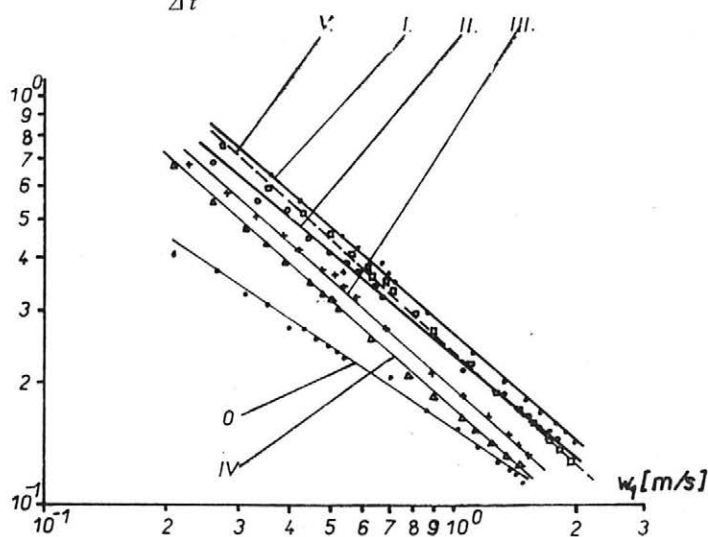
DISKUSE

Aby se zjistilo, že nejlepší navržená deska dosahuje skutečně lepších termodynamických a hydrodynamických vlastností než deska CHX 1000, bylo by třeba ve stejném zkušebním zařízení poměřit ještě model této desky. Avšak její tvar není srovnatelný s tvarem nové desky, poněvadž rozdíl mezi nejnižším

9. Závislost energetického koeficientu E_0 na průtočné rychlosti w_1



$$\Theta = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t'}$$



10. Závislost součinitele Θ na průtočné rychlosti w_1

a nejvyšším místem na zvlněném povrchu desky CHX 1000 je mnohem větší než u nové desky. Tím tepelná bilance kanálu, která je počítána z naměřených vstupních a výstupních teplot a je základem pro další výpočet, by byla u desky CHX 1000 nesrovnatelná s modelovými deskami. Aby se tedy určil skutečný rozdíl mezi nejlepší navrhovanou deskou (deskou II) a CHX-ovou, je třeba vylišovat skutečné desky a z nich sestavený výměník v provozním měřítku porovnat s výměníkem tvořeným deskami CHX 1000. To bude předmětem další části úkolu.

Z A V Ě R

V článku je uveden návrh nové desky pro deskové výměníky tepla. Nejlepší tvar byl experimentálně vybrán ze čtyř modelů porovnáním hodnot součinitelů přestupu tepla a tlakových ztrát. Zkušební zařízení s měřicími přístroji umožnilo stanovit součinitel přestupu tepla s pravděpodobnou chybou 3 až 10 % pro rozsah průtočných rychlostí 0,25 až 1,5 m s⁻¹ při průtoku jedním kanálem. Přesnější je samozřejmě měření na více kanálech s tenkými deskami vylišovanými z plechu. Poněvadž bylo nutné snížit finanční náklady a urychlit výzkum (jednalo by se totiž o výrobu čtyř lisovacích nástrojů), nebylo možné tento způsob použít a po dohodě s Chotěbořskými strojírnami byl přijat již popsaný způsob měření.

L i t e r a t u r a

- BARANOVSKIJ N. V., 1962, *Пластинчатые теплообменники пищевого промышленного назначения*, Машиностроение, Москва.
 KOLÍN J., 1973, *Návrh a ověření nových tvarů zvlnění desek deskových výměníků*. Závěrečná zpráva VSCHP č. 73-1010.
 OKTÁBEC Z., 1969, *Výzkum intenzifikace procesů výměny tepla (pastérová deska)*. Výroční zpráva VSCHP č. 19-3539.

Došlo dne 29. 11. 1973

КОЛИН Й. (Научно-исследовательский институт пищевой и холодильной техники, Прага, Чехословакия). *Пластинчатые теплообменники с интенсивной теплоотдачей*. *Зем. техника* 20 (6) : 333-342 1974.

Значительное влияние на процесс теплообмена в пластинчатом теплообменнике оказывает форма рабочей поверхности пластины, которая является его основой. Среди многих факторов, обуславливающих его совершенство, на первом месте находятся термодинамические свойства характеризующиеся коэффициентом теплоотдачи, и гидродинамические свойства, характеризующиеся потерей давления. Оптимальная взаимосвязь между ними делает пластину энергетически выгодной. Поэтому предлагаемая работа посвящена проекту новой рабочей поверхности пластины, пригодность которой оценивается на основе взаимоотношения между коэффициентом теплоотдачи и потерями давления.

пластинчатый теплообменник; новая пластина; теплоотдача

KOLÍN J. (Research Institute of Foodstuff and Cooling Technology, Praha, Czechoslovakia). *Plate Exchangers with Intensive Heat Transfer*. *Zem. техника* 20 (6) : 333-342, 1974.

The shape of the working surface of the plate, forming the basic construction unit of the plate exchanger, exerts a decisive influence on the heat exchange process. The many factors underlying the desirable functioning of the plate include, first of all, its thermodynamic properties characterized by the heat transfer coefficient,

and hydrodynamic properties characterized by pressure loss. The optimum relation between these two groups of properties determines an energetically advantageous plate. The author presents a proposal of a new working surface of the plate the suitability of which is evaluated on the basis of the relation between the heat passage coefficient and the pressure losses.

plate exchanger; new plate; heat passage

KOLÍN J. (Forschungsinstitut für die Lebensmittel- und Kältetechnik, Praha, Tschechoslowakei). *Plattenaustauscher mit intensiver Wärmeabgabe*. Zem. technika 20 (6) : 333-342, 1974.

Der Wärmeaustauschprozeß im Plattenaustauscher wird wesentlich durch die Form der Plattenarbeitsfläche beeinflusst, die dessen grundlegende Baueinheit darstellt. Unter den vielen Faktoren, die ihre Vollkommenheit bedingen, nehmen die vordere Stelle ihre durch die Wärmeübergangszahl gekennzeichnete thermodynamischen Eigenschaften und die durch den Druckverlust gekennzeichneten hydrodynamischen Eigenschaften ein. Durch ihre optimale Beziehung wird die in bezug auf Energie günstige Platte bestimmt. Der vorliegende Aufsatz behandelt daher den Vorschlag einer neuen Plattenarbeitsfläche, deren Eignung anhand der Beziehung zwischen der Wärmeübergangszahl und den Druckverlusten beurteilt wird.

Plattenaustauscher; neue Platte; Wärmeübergang

Adresa autora:

Ing. Josef Kolín. Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Ostrovského 34, 150 00 Praha 5

REGULACE PRACOVNÍ RYCHLOSTI SKLÍZECÍ MLÁTIČKY PODLE INDIKOVANÝCH ZTRÁT ZRNA

J. Maleř

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

MALEŘ J. *Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky podle indikovaných ztrát zrna.* Zem. technika 20 (6) : 343-354, 1974.

Předložená práce se zabývá problémem regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky podle indikovaných ztrát zrna. Pracovní rychlost sklízecí mlátičky je jedním z hlavních parametrů, které ovlivňují kvalitu práce, zejména ztráty zrna. Jednou z možností regulace pracovní rychlosti kombajnérem je regulace podle indikovaných ztrát zrna. V posledních letech se objevily v zahraničí přístroje s ukazatelem v prostoru před kombajnérem. Pracují na principu mikrofonu a reproduktoru. Čidla (mikrofon) jsou instalována jednak v prostoru vytrásadel, jednak v prostoru čistidel. Přístroje s ukazatelem (reproduktor) je umístěn před kombajnérem. Přeložená práce obsahuje výsledky pozorování funkce dvou zahraničních přístrojů — kanadské firmy Smith-Roles, Saskaton a anglické firmy RDS, Woodchester. Tyto přístroje umožňují dvojí regulaci pracovní rychlosti, a to: a) regulaci pracovní rychlosti směrem nahoru (dosahuje se maximální výkonnosti); b) regulaci pracovní rychlosti směrem dolů (dosahuje se přijatelné kvality práce — minimálních ztrát zrna). Zkoušky zahraničních přístrojů prokázaly, že vhodný indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky je pro potřeby našeho zemědělství žádoucí. Na základě zkoušek byly formulovány agrotechnické požadavky. regulace pracovní rychlosti; indikace ztrát zrna; indikátor optimální výkonnosti; indikační čidlo; indikační přístroj; sklízecí mlátička

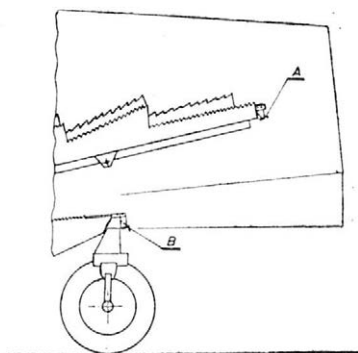
Od roku 1969 se v zahraničí velmi rychle rozšiřují indikační přístroje umožňující kombajnéru regulaci výkonnosti sklízecí mlátičky. První zkušenosti s těmito přístroji, publikované v zahraničí, jsou poměrně uspokojivé. I když je patrné, že problém odstranění ztrát zrna u sklízecích mlátiček nebude beze zbytku těmito přístroji vyřešen, přesto znamenají značný pokrok proti dosavadnímu stavu, kdy volba pojezdové rychlosti — průchodnosti je ponechána pouze na zkušenostech kombajnéra.

Cílem výzkumné práce bylo:

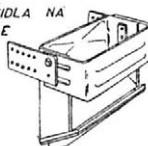
- a) zhodnotit zahraniční indikátory optimální výkonnosti;
- b) v případě, že se osvědčí, formulovat agrotechnické požadavky na tyto přístroje jako na samostatné příslušenství sklízecích mlátiček.

METODIKA

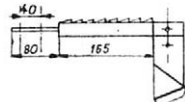
Ke zkouškám bylo použito zahraničních přístrojů, a to od kanadské firmy Smith-Roles, Saskaton „K“ a anglické firmy RDS, Woodchester „A“. Zvolené přístroje se podstatně liší konstrukcí (obr. 1—4). Většina zahraničních výrobců



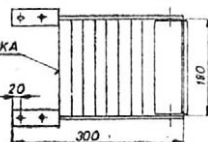
A - UCHYCENÍ ČIDLA NA
VYTŘASADLE



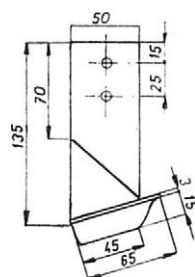
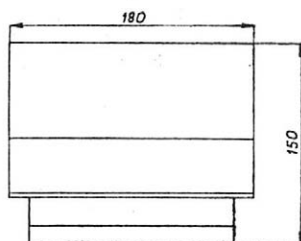
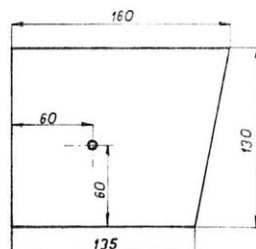
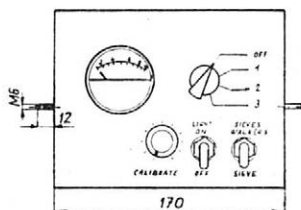
B - UCHYCENÍ ČIDLA NA SÍTĚ



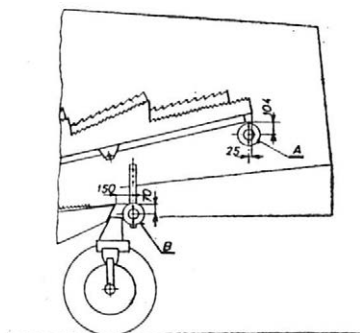
VYŇAŠECÍ DESKA



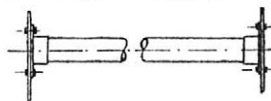
1. Indikátor optimální
výkonnosti — Smith-
Roles, Saskaton, Kana-
da



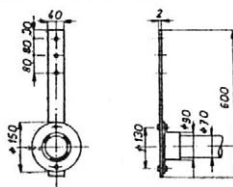
2. Indikátor optimální
výkonnosti — Smith-
Roles, Saskaton, Kana-
da



A - UCHYCENÍ ČIDLA ZA VYTŘASADLY

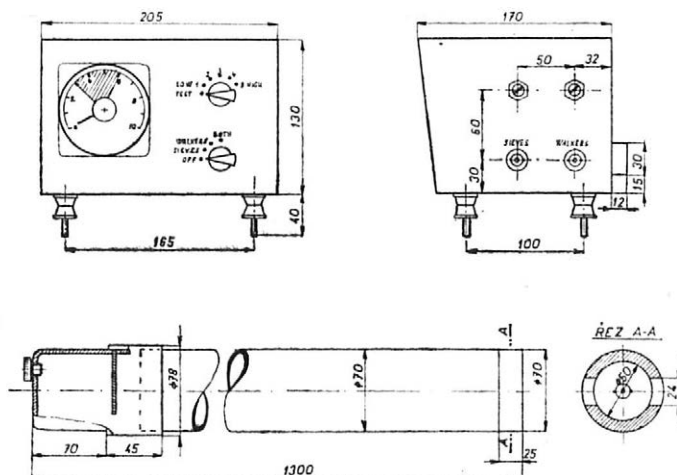


B - UCHYCENÍ ČIDLA ZA SÍTEM



3. Indikátor optimální
výkonnosti — RDS,
Woodchester, Anglie

4. Indikátor optimální
výkonnosti — RDS,
Woodchester, Anglie



se drží řešení kanadského, pro naše podmínky sklizně se však jako výhodnější jeví přístroj anglický.

Polně-laboratorní zkoušky zahraničních přístrojů byly zaměřeny na vyšetření citlivosti přístrojů, cejchování přístrojů v polních podmínkách, vyšetření korelace mezi údaji na přístroji a ztrátami zrna v polních podmínkách a na vyhodnocení náhlých změn ručičky ukazatele.

Následoval rozbor výsledků zkoušek a formulace požadavkového listu na indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky.

VÝSLEDKY

Předmětem polně-laboratorních zkoušek bylo:

- vyšetření citlivosti přístrojů v laboratorních podmínkách;
- cejchování přístrojů v polních podmínkách;
- vyšetření závislosti mezi údaji na přístroji a ztrátami zrna v polních podmínkách;
- vyhodnocení náhlých změn pohyblivého ukazatele přístroje.

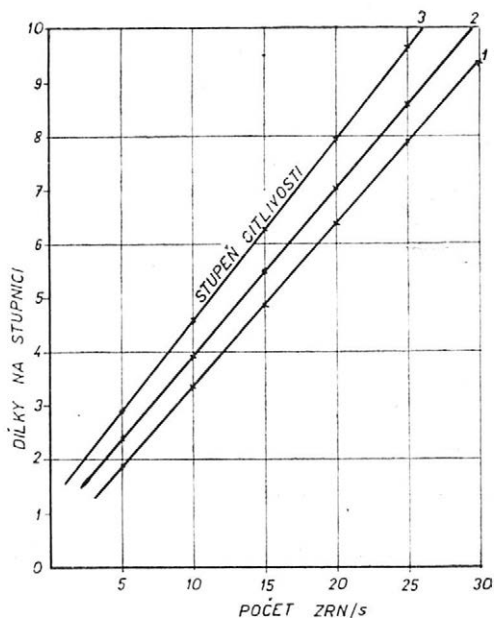
VYŠETŘENÍ CITLIVOSTI PŘÍSTROJŮ

Z počátku jsme chtěli měřit citlivost přístrojů tak, že budeme na čidlo sypat určité množství zrna a sledovat, kam se vychýlí ručička ukazatele.

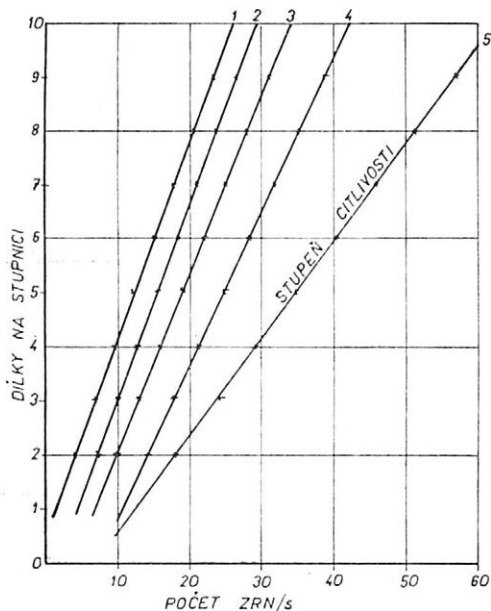
Ukázalo se však, že tato měření nejsou vhodná, neboť na jednorázové vteřinové dávky čidlo nereaguje dostatečně, a neodpovídají podmínkám práce čidla na sklízecí mlátičce, kde je čidlo vystaveno účinku měnícího se proudu zrna.

Proto jsme zjišťování citlivosti zpřesnili v tom smyslu, že se vyšetřoval tok zrna, který je zapotřebí k udržení ručičky ukazatele na určitém stupni citlivosti.

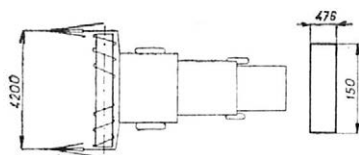
Postup měření: na střed čidla se sypalo zrno z výšky 250 mm. Jakmile se ručička ukazatele ustálila na určitém stupni, začalo se měřit zrno dopadající na čidlo po dobu 20 vteřin. Tím se zjistil počet zrn potřebný k udržení ručičky na určitém stupni. Z výsledku se vypočítal počet zrn potřebný k udržení ručičky na určitém stupni po dobu jedné vteřiny. Výsledky měření jsou zpracovány do obr. 5 a 6.



5. Citlivost přístroje Smith-Roles, Saskaton, Anglie



6. Citlivost přístroje RDS, Woodchester, Anglie



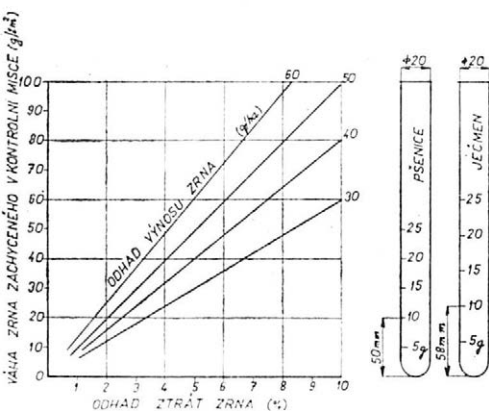
CEJCHOVÁNÍ PŘÍSTROJŮ V POLNÍCH PODMÍNKÁCH

Ukazatele obou ověřovaných přístrojů udávají ztráty zrna za časovou jednotku. Při optimálním seřízení podle údajů výrobce musí ručička ukazatele udávat u přístroje „K“ hodnotu „3“, u přístroje „A“ musí být ve středu zeleného pole, tedy udávat hodnotu přibližně „5“.

Podstata cejchování spočívá:

- v nalezení optimální rychlosti pro daný porost;
- ve vyšetření ztrát zrna miskovou metodou;
- v seřízení přístrojů tak, aby při přípustných ztrátách zrna ručička ukazatele udávala uvedené hodnoty.

Přístroj „K“ se seřizuje dvěma přepínači: prvním přepínačem nastavíme



7. Zjišťování ztrát zrna za účelem cejchování

jednu ze tří poloh (tj. 1 — pšenice, 2 — ječmen, 3 — oves), druhým potom nastavujeme ručičku ukazatele na hodnotu „3“, která odpovídá přípustným ztrátám zrna.

U přístroje „A“ slouží k seřízení pouze jeden přepínač, kterým ovládáme

citlivost a který nám umožňuje nastavit ručičku ukazatele na hodnotu „5“; tato hodnota odpovídá přípustným ztrátám zrna.

Postup cejchování přístrojů (obr. 7): vždy na začátku směny (zkoušky) se zvolí pracovní rychlost podle zkušenosti. Nevypadává-li žádné zrno ze stroje, rychlost se postupně zvyšuje, až se objeví zrno pod rádkem slámy. Nyní se použije miskové metody k vyšetření ztrát, a to tak, že za zadní kola sklízecí mlátičky se za jízdy zasunou kontrolní misky. Zrno zachycené v miskách se odváží (odměří v kalibrované zkumavce) a podle odhadu výnosu se usuzuje na velikost ztrát.

Pro potřebu zkoušek jsme odhadli výnos 40 q ha^{-1} , tj. $400 \text{ g zrna na } 1 \text{ m}^2$. Přípustné ztráty zrna $1,5 \%$ tvoří 6 g m^{-2} , v kontrolní misce se zachytilo zrno ze 2 m^2 , tj. přípustné ztráty 12 g . Toto zrno bylo odváženo, nasypáno do zkumavky a zkumavka označena ryskami (pro potřebu opakovaného a rychlého vyšetření ztrát zrna). Ukázalo se, že volba optimální rychlosti na hranici přípustných ztrát nečiní větších obtíží.

Závislost mezi údaji na přístroji a mezi ztrátami zrna byla zjišťována na pšenici a ječmeni. Charakteristika sklizeného porostu je uvedena v tab. I.

I. Charakteristika sklizeného porostu

	Pšenice	Ječmen
Odrůda	Jubilar	Dvoran
Vlhkost zrna (%) tolerance	13,2 – 17,2	13,6 – 17,2
Vlhkost zrna (%) průměrná	15,39	15,62
Výnos obilní hmoty (g m^{-2}) tolerance	730 – 1040	590 – 930
Výnos obilní hmoty (g m^{-2}) průměr	893	707
Poměr zrna ke slámě	1 : 1,2	1 : 0,83
Výnos zrna (q ha^{-1})	41,0	38,5
Hmotnost 1000 zrn (g)	43,4	42,0
Počet zrn v jednom kilogramu	23 000	23 800

Poznámka: Uvedený výnos je průměrem z 30 vystříhaných a zvážených m^2 ; uváděné vlhkosti jsou průměrem z 10 měření

POSTUP MĚŘENÍ

Ztráty zrna v závislosti na průchodnosti byly zjišťovány kontrolními miskami. Měřili jsme na drahách 60 m , přitom na rozjezd sklízecí mlátičky a na její zaplnění bylo ponecháno 40 m . K zjišťování ztrát zrna bylo použito miskové metody. Během jízdy na zkušební dráze se za zadní kola sklízecí mlátičky zasunulo 10 kontrolních misek. Rozměr kontrolních misek byl zvolen tak, aby zachytily slámu, plevy a ztráty zrna ze 2 m^2 (šířka záběru sklízecí mlátičky $4,2 \text{ m}$, vnitřní šířka misky $0,476 \text{ m}$), přitom délka misky (která neovlivňuje měrnou plochu, ale pouze zajišťuje, aby veškerá sláma a plevy padly na misku) byla 1500 mm . Zachycená sláma a plevy v prostoru nad miskou se pozorně protřepaly a drobné částice nasypaly do sáčků k laboratornímu vytrídění. Ode-

II. Závislost mezi údaji přístrojů a ztrátami zrna u ječmene

Zkouška	Čas na 60m dráze (s)	Průchodnost (kg s^{-1})	Ztráty zrna (g m^{-2})	Ztráty zrna (%)	Dílky stupnice přístroje	
					„A“	„K“
1	81	2,2	1,765	0,46	0,70	0,60
2	61	2,9	2,605	0,67	0,95	0,75
3	45	3,9	3,255	0,84	1,45	0,90
4	38	4,7	3,975	1,035	1,95	1,50
5	31	5,8	8,065	2,10	5,90	2,50
6	25	7,1	12,630	3,27	6,80	5,40

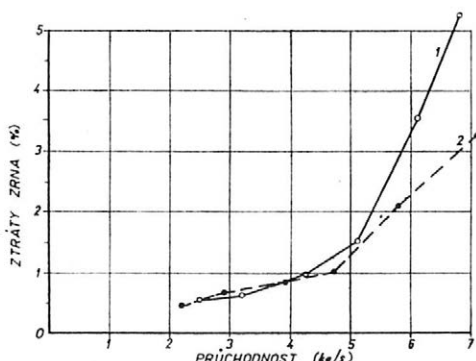
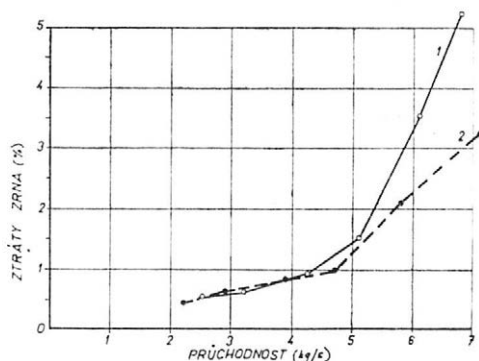
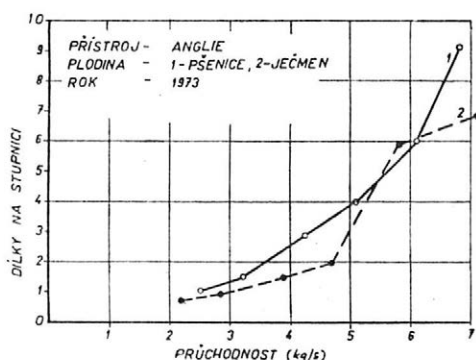
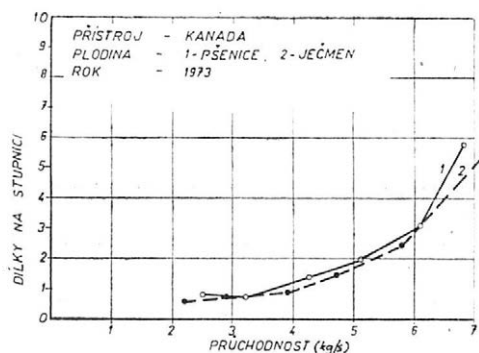
III. Závislost mezi údaji přístroje a ztrátami zrna u pšenice

Zkouška	Čas na 60m dráze (s)	Průchodnost (kg s^{-1})	Ztráty zrna (g m^{-2})	Ztráty zrna (%)	Dílky stupnice přístroje	
					„A“	„K“
1	90	2,50	2,16	0,526	1,00	0,80
2	70	3,20	2,51	0,610	1,50	0,75
3	53	4,25	3,89	0,950	3,00	1,40
4	44	5,10	6,225	1,510	3,95	2,00
5	38	6,10	14,48	3,550	6,00	3,15
6	33	6,80	21,16	5,260	9,10	5,80

brané vzorky byly ručně tříděny. Zachycené zrna se zvážilo a vypočítalo se procento ztrát zrna. Při jízdě na zkušební dráze se zjišťoval celkový čas průjezdu a v okamžiku odběru misky se zapisovaly údaje obou sledovaných přístrojů. Pro každou plodinu jsme dělali šest zkoušek s odstupňovanými pracovními rychlostmi. Přehled o zkouškách u ječmene udává tab. II. a u pšenice tab. III.

Uváděné ztráty zrna v tab. II a III, stejně jako dílky stupnice přístrojů, jsou průměry z deseti měření. Z důvodů přesnosti byly např. dílky stupnice udávány na dvě desetinná místa; přístroje umožňují při čtení přesnost: přístroj „A“ dvě desetiny dílku, přístroj „K“ pět desetin dílku.

Výsledky měření byly zpracovány do grafů (obr. 8 a 9). Z výsledků měření je patrné, že při správném seřízení a na dobrém vyrovnaném porostu narůstají ztráty zrna v důsledku zvýšené průchodnosti v souladu s našimi dosavadními poznatky o sklízecí mlátičce E-512, tzn., že přijatelné ztráty zrna (do 1,5 %) se dosahují zhruba do „nominální“ průchodnosti (5 kg s^{-1}). Jakmile je tato průchodnost překročena, ztráty se rychle zvyšují. Před zahájením zkoušek byla snaha seřídit přístroje tak, aby při 1,5% ztrátě ukazoval přístroj „A“ začátek zeleného pole, tj. třetí díl stupnice, a přístroj „K“ druhý díl stupnice. Toto seřízení přístrojů bylo voleno především proto, abychom posoudili jejich údaje při značném překračování nominální průchodnosti sklízecí mlátičky; toto překračování má pro využití přístroje větší význam.



8. Ztráty zrna — údaje na stupnici v závislosti na průchodnosti (Smith-Roles, Saskaton, Kanada)

9. Ztráty zrna — údaje na stupnici v závislosti na průchodnosti (RDS, Woodchester, Anglie)

Vzhledem k druhé funkci přístroje, tj. k nabádání kombajnéra, aby zvýšil pojízdnou rychlost, pokud mu to ztráty zrna umožní, by bylo vhodnější ztráty 1,5 % seřídít tak, aby u přístroje „A“ odpovídaly pátému dílku a u přístroje „K“ třetímu dílku.

Z měření je patrné, že přístroje zachycují změnu ve ztrátách zrna v souladu se změnou pracovní rychlosti (průchodnosti).

V grafu na obr. 10 jsou uvedeny údaje na stupnici přístrojů v závislosti na ztrátách zrna. Je patrná lepší citlivost přístroje „A“ na nárůst ztrát zrna, kterou lze mimo jiné vysvětlit tím, že vzorek zrna zachycený tímto přístrojem v důsledku větší šířky záběru čidla je reprezentativnější.

POMĚR MEZI ZTRÁTAMI ZRNA NA VYTRÁSADELECH A ČISTIDLECH

Indikační přístroj umožňuje indikaci ztrát zrna jak za vytrásadly, tak i za čistidly. Přitom je zapotřebí rozlišovat: ztráty na vytrásadlech jsou zákonité. Jejich velikost je dána konstrukcí stroje řešenou na určitou nominální průchodnost. Jsou to ztráty neodstranitelné seřazením stroje, jejich výši lze regulovat změnou pracovní rychlosti stroje, resp. změnou průchodnosti zpracovávaného materiálu. Naproti tomu ztráty v čistidlech jsou odstranitelné, a to jednak změnou vzduchového proudu ventilátoru čistidla, velikostmi otvorů sít i sklonem sít. Ztráty zrna v čistidlech lze zcela odstranit vhodným seřazením čistidel, i když někdy za cenu vyššího znečištění zrna.

Zpočátku jsme chtěli měřit ztráty zrna v čistidlech samostatně, vždy se však ukázalo, že jakmile byly indikovány, bylo možné je odstranit seřízením, což patří k přednostem přístrojů.

ZMĚNY RUČIČKY UKAZATELE ZA JÍZDY

Pozorovali jsme, do jaké míry musí kombajnér reagovat na údaje přístroje při vyrovnaném porostu. Přístroj „A“ byl seřízen tak, aby při 1,5% ztrátě ukazoval hodnotu „5“, tj. střed zeleného pole. Při těchto zkouškách bylo použito konstantní rychlosti sklízecí mlátičky. Zaznamenávány byly pouze změny ručičky ukazatele od hodnoty „5“. Přehled o zkouškách je uveden v tab. IV.

VYHODNOCENÍ NÁHLÝCH ZMĚN RUČIČKY UKAZATELE

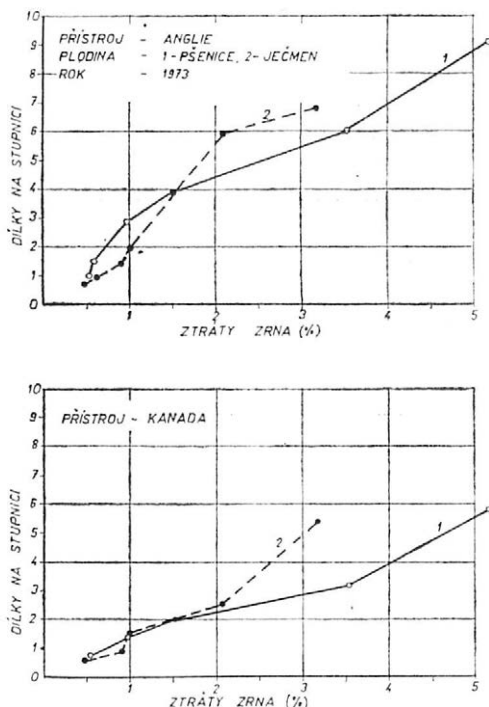
Z porovnání ručičky ukazatele vyplynula potřeba vyšetřit náhlé změny ručičky ukazatele při jinak konstantní rychlosti. Prcto byla zvolena metoda neustálého pozorování ručičky ukazatele s tím, že jakmile dojde k rychlému vychýlení, budou příčiny rozebrány. Ukázalo se, že náhlé změny ručičky ukazatele směrem nahoru jsou způsobeny zpravidla změnou:

- výnosu obilní hmoty;
- vlhkosti obilní hmoty;
- obsahu zelených příměsí;
- obsahu minerálních příměsí.

IV. Změny ručičky ukazatele za jízdy

Zkouška	Čas	Změny ručičky ukazatele přístroje „A“ za jízdy při konstantní pojízdné rychlosti
1	7'	5 - 4 - 5,2 - 5,4 - 6 - 6,6 - 6,8 - 7 7,4 - 8 - 9 - 8 - 7 - 7,4 - 6 - 7 7,4 - 6 - 6,4 - 7 - 8
2	6'48"	5 - 7,8 - 7,5 - 8,2 - 10 - 9 - 8,4 - 8 9 - 5,2 - 6 - 6,2 - 5,5 - 5,4
3	6'50"	5 - 2,2 - 3,4 - 4,8 - 6,2 - 6,8 - 5,2 4,4 - 4 - 3,8 - 4,8 - 2,4 - 3 - 2,6 2,4 - 3,2 - 4

Poznámka: Změny ručičky ukazatele lze vysvětlit změnou výnosu obilní hmoty



10. Údaje na stupnici v závislosti na ztrátách zrna

ZMĚNY VE VÝNOSU OBILNÍ HMOTY

se projeví prakticky postupnou změnou polohy ručičky ukazatele, neboť část pozemku s vyšším výnosem, především v důsledku přírodních podmínek, se většinou projeví pozvolně. Pro ověření tohoto poznatku byl zvolen úsek, na kterém byl vlivem sousedního vodního zdroje výnos podstatně vyšší. Výsledky pozorování jsou uvedeny v tab. V.

V. Vliv změny výnosu obilní hmoty na ručičku ukazatele

Úsek sledování na rovné dráze 300 m	Průměrný výnos pšenice Jubilar (g m ⁻²)	Poloha ručičky ukazatele při konstantní pojezdové rychlosti
90–100 m	690	5 – 4,8 – 5,2 – 5,3 – 5,3
190–200 m	1400	8 – 9 – 8,8 – 8,4 – 8
290–300 m	860	6 – 5,8 – 6,4 – 6,3 – 5,7

ZMĚNY VLHKOSTI OBILNÍ HMOTY

Pro ověření tohoto poznatku byla zvolena dráha v porostu ječmene, v níž byla část ječmene polehlá, a tedy vlhkost zrna byla vyšší. Výsledky pozorování jsou uvedeny v tab. VI.

VI. Vliv změny vlhkosti obilní hmoty na ručičku ukazatele

Úsek sledování na rovné dráze 300 m	Průměrná vlhkost ječmene Dvoran (g m ⁻²)	Poloha ručičky ukazatele přístroje „A“ při konstantní pojezdové rychlosti
90–100 m	14,6	5 – 5,6 – 5,6 – 5,4 – 5,2
190–200 m	19,2	6,8 – 6 – 6,2 – 6,4 – 6,8 – 6,8
290–300 m	16,4	5,8 – 6,2 – 5,8 – 5,6 – 5,4

ZMĚNY V OBSAHU ZELENÝCH PŘÍMĚSÍ

Obsah zelených příměsí se zpravidla projeví prudkou změnou ručičky ukazatele. I při poměrně menším výskytu např. pýru v ječmeni prudce narůstají ztráty zrna, a tím se také prudce vychyluje ručička ukazatele. Pro pozorování tohoto vlivu byl zvolen, stejně jako v předcházejících případech, úsek dráhy o délce 300 m. Výsledky pozorování jsou uvedeny v tab. VII.

VII. Vliv změny obsahu zelených příměsí na ručičku ukazatele

Úsek sledování 300 m na rovné dráze	Hmotnostní poměr mezi obilní hmotou a zelenou hmotou (o : z)	Poloha ručičky ukazatele přístroje „A“ při konstantní pojezdové rychlosti
90–100 m	1 : 0	5 – 5,2 – 5,2 – 5,1 – 4,8
190–200 m	1 : 0,45	9 – 10 – doraz – 9,8 – 9,8 – 10
290–300 m	1 : 0,8	10 doraz (stále)

Při kontrolním měření ztrát bylo zjištěno, že v prvním úseku 90 až 100 m byly průměrné ztráty zrna 1,4 %, v druhém úseku 190 až 200 m byly ztráty zrna 8,9 % a ve třetím úseku 290 až 300 m byly ztráty zrna 12,3 %.

ZMĚNY V OBSAHU MINERÁLNÍCH ČÁSTIC

V důsledku nekvalitní orby a předseťové přípravy půdy nejsou vždy dostatečně odstraněny svory a rozvory, které nepříznivě ovlivňují práci sklízecí mlátičky při sklizni. V důsledku této nevhodné konfigurace terénu a při současně rozptýlenosti kombajnéra se pak často pozvolna zarývá část lišty do vyvýšeniny terénu, což má za následek proniknutí minerálních půdních částic do sklízecí mlátičky. Tyto částice pak mláticí ústrojí často ucpávají. Zmenšená prostupnost mláticího koše (zmenšený separační účinek) se projeví prudkým nárůstem ztrát zrna (při konstantní jezdové rychlosti), což se objeví na ukazateli přístroje.

DISKUSE

Na základě zkoušek jsme dospěli k závěru, že indikace ztrát zrna na sklízecích mlátičkách může významně přispět ke zmírnění sklizňových ztrát. Pro naše podmínky považujeme za vhodný takový indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky, který vyhovuje následujícím požadavkům:

1. Technologické požadavky

Oblast a podmínky použití

Regulace výkonnosti sklízecích mlátiček při sklizni obilovin, v budoucnu pak kukuřice na zrno, luskovin, olejnin.

Druh a vlastnosti zpracovaného materiálu

Čidla indikátoru musí rozlišovat zrno od slamnatých částí a jiných organických a anorganických nečistot. Přitom procentické zastoupení zrn v materiálovém toku v čidlech je v poměru 1 : 10 až 1 : 30.

Operace

Indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky je určen k signalizování změn v hodnotě ztrát zrna (proti původnímu nastavení, které odpovídá přípustným ztrátám). Na základě této signalizace se mění jezdová rychlost sklízecí mlátičky směrem nahoru (aby se dosáhlo vyšší výkonnosti) i směrem dolů (aby se zabránilo ztrátám zrna).

2. Agrotechnické požadavky

Indikátor optimální výkonnosti musí spolehlivě pracovat i za nepříznivých provozních podmínek, především: a) při vlhkosti zrna do 30 %; b) při poměru zrna ke slámě 1 : 2,5; c) při váhovém obsahu zelených příměsí v obilní hmotě do 50 % (ječmen s vyšším podsevem); d) při sklizni polehlého a zvířeného porostu; e) při sklizni na svazích odpovídajících svahové dostupnosti sklízecí mlátičky; f) při všech způsobech jízdy na svazích (po vrstevnici, po spádnici, proti spádnici). Indikátor zrna musí indikovat ztráty zrna v rozsahu 1 až 10 %.

3. Technické požadavky

Celkové řešení přístroje

Indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky by měl být řešen jako samostatný adaptér (příslušenství), který je možné během jedné až dvou hodin instalovat na sklízecí mlátičku.

Indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky se skládá:

- a) z čidla, které indikuje ztráty zrna v prostoru za vytřásadly v celé šířce výstupního otvoru;
- b) z čidla, které indikuje ztráty zrna v prostoru za úhrabečným sítím čistidel v celé šířce výstupního otvoru;
- c) z vlastního přístroje, který je umístěn v prostoru před kombajnérem.

Zdroj energie

Indikátor má být napájen z akumulátoru sklízecí mlátičky.

4. Exploatační požadavky

Předpokládáme, že se indikátor výkonnosti bude využívat u sklízecích mlátiček 4 kg s^{-1} s šířkou výstupního otvoru v prostoru za vytřásadly 1200 mm; 5 kg s^{-1} s šířkou výstupního otvoru v prostoru za vytřásadly 1300 mm; $8 \text{ až } 10 \text{ kg s}^{-1}$ s šířkou výstupního otvoru v prostoru za vytřásadly na 1500 mm.

Z A V Ě R

Zkoušky ukázaly, že vhodný indikátor optimální výkonnosti sklízecí mlátičky je pro potřeby našeho zemědělství žádoucí.

Z měření je patrné, že přístroje po řádném ocejchování zachycují změnu ve ztrátách zrna v souladu se změnou pracovní rychlosti (průchodnosti).

Prudký nárůst ztrát zrna může být kromě prudkého zvýšení pojezdové rychlosti způsoben také změnou výnosu obilní hmoty, nebo změnou její vlhkosti, změnou v obsahu zelených příměsí a změnou v obsahu minerálních příměsí.

Na základě zkoušek byly formulovány požadavky na indikátor optimální výkonnosti.

Došlo dne 22. 12. 1973

МАЛЕРЖ И. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Регулирование рабочей скорости зерноуборочного комбайна согласно установленным потерям зерна. *Zem. technika* 20 (6) : 343-354, 1974.

Предлагаемая работа посвящена проблеме регулирования рабочей скорости зерноуборочного комбайна согласно установленным потерям зерна. Рабочая скорость зерноуборочного комбайна является одним из главных параметров, влияющих на качество работы, особенно на потери зерна. Одним из путей регулирования рабочей скорости комбайнером является регулирование по установленным потерям зерна. В последние годы за границей появились приборы, позволяющие установить эти потери. Прибор состоит из датчика и из прибора с указателем, находящимся перед комбайнером. Он работает на принципе микрофона и репродуктора. Датчик (микрофон) установлен как в месте нахождения соломотрясов, так и среди очисток. Прибор с указателем (репродуктор) помещен перед комбайнером. Предложенная работа содержит результаты наблюдения функции двух заграничных приборов — канадской фирмы Смит-Ролс, Саскатон и английской фирмы РДС Вудчестер. Эти приборы позволяют двойное регулирование рабочей скорости; а именно: а) регулирование рабочей скорости по направлению вверх (достигается максимальная производительность); б) регулирование рабочей скорости по направлению вниз (достигается приемлемое качество работы — минимальные потери зерна). Испытания заграничных приборов доказали, что пригодный индикатор оптимальной производительности зерноуборочного комбайна для нашего сельского хозяйства желателен. На основе испытаний были сформулированы агротехнические требования.

регулирование рабочей скорости; определение потерь зерна; индикатор оптимальной производительности; датчик-индикатор; прибор-индикатор; зерноуборочный комбайн

MALEŘ J. (Research Institute of Farm Engineering, Praha - Řepy, Czechoslovakia). *Regulation of the Operation Speed of the Harvester-Thresher according to Indicated Grain Losses*. Zem. technika 20 (6) : 343-354, 1974.

The paper deals with the problem of the harvester-thresher operation speed regulation according to indicated losses of grain. The speed of harvester-thresher operation is one of the main parameters underlying the quality of work, especially grain losses. One of the possibilities of operation speed control by the operator is regulation according to indicated grain losses. Apparatuses providing for this indication have been developed in foreign countries in recent years. The equipment consists of sensors and the apparatus with indicator; the indicator is fitted in front of the operator. They operate on the basis of the microphone-reproducer principle. The sensors (microphone) are installed in the straw-walker unit and in the cleaning-shoe unit. The apparatus with the indicator is in front of the operator. The paper presents the results of the study of the function of two foreign apparatuses produced by the Canadian company Smith-Roles, Saskatoon, and the English company RDS Woodchester. The apparatuses allow for two kinds of the control of the speed of operation: a) increased speed of operation (to reach the maximum performance); b) decreased speed of operation (to reach suitable quality of work — minimum grain losses). The tests of the foreign apparatuses have demonstrated that a suitable indicator of an optimum performance of the harvester-thresher would do a good job in meeting the requirements of Czechoslovak agriculture. The agronomical requirements were formulated on the basis of tests.

regulation of the speed of operation; grain loss indication; optimum performance indicator; indicating sensor; indicating apparatus; harvester-thresher

MALEŘ J. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy, Tschechoslowakei). *Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit eines Mähdreschers entsprechend den angezeigten Kornverlusten*. Zem. technika (Praha) 20 (6) : 343-354, 1974.

Der vorliegende Aufsatz erörtert das Problem der Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit eines Mähdreschers entsprechend den angezeigten Kornverlusten. Die Arbeitsgeschwindigkeit des Mähdreschers ist eine der Hauptkennwerte, die die Arbeitsgüte, besonders die Kornverluste beeinflussen. Eine der Möglichkeiten der Arbeitsgeschwindigkeitsregelung durch den Mähdrescherfahrer ist die Regelung entsprechend den angezeigten Kornverlusten. Im Auslande sind neuerdings Geräte zum Vorschein gekommen, die diese Anzeige gestatten. Die Geräte bestehen aus Fühlern und dem eigentlichen Gerät mit Anzeiger im Raum vor dem Schlepperfahrer. Sie arbeiten auf dem Prinzip eines Mikrophons und Lautsprechers. Die Fühler (Mikrophon) sind einerseits im Schüttelraum, andererseits im Raume der Reinigungsrichtungen angeordnet. Das Gerät mit dem Anzeiger (Lautsprecher) ist vor dem Schlepperfahrer eingebaut. Der Aufsatz enthält Ergebnisse über die Verfolgung der Funktion zweier ausländischer Geräte — der kanadischen Firma Smith-Roles, Saskatoon und der englischen Firma RDS Woodchester. Diese Geräte ermöglichen einfache Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit, nämlich: a) Aufwärtsregelung der Arbeitsgeschwindigkeit (es wird die Höchstleistung erzielt); b) Abwärtsregelung der Arbeitsgeschwindigkeit (es wird eine vertretbare Arbeitsgüte — minimale Kornverluste — erzielt). Die Versuche mit den ausländischen Geräten haben bewiesen, daß ein geeigneter Anzeiger der optimalen Mähdrescherleistung für die Bedürfnisse unserer Landwirtschaft erforderlich ist. Aufgrund der Prüfungen wurden agrotechnische Forderungen formuliert.

Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit; Kornverlustanzeige; Anzeiger der optimalen Leistungsfähigkeit; Anzeigefühler; Anzeigegerät; Mähdrescher

Adresa autora:

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

HALOVÉ SENÍKY S MOSTOVÝMI DRAPÁKOVÝMI JEŘÁBY

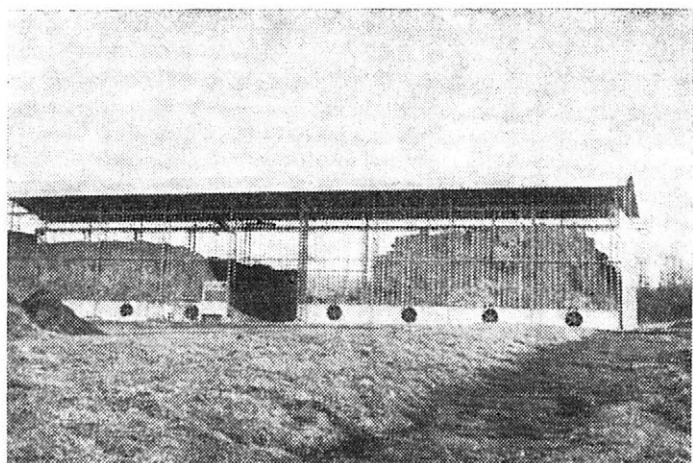
Seno bylo po tisíciletí základním druhem konzervovaného krmiva pro skot. Přesto, že jeho podíl se v posledních letech neustále zmenšoval ve prospěch siláže a senáží, všechny základní krmné dávky, zejména pro dojnice a mladý chovný dobytek, s ním počítají. Problémem zůstává jeho výroba, sklizeň a manipulace při uskladnění, vyskladnění a krmení. Požadavky na komplexní mechanizaci se často dostávaly do rozporu s požadavky na kvalitu sena a s požadavky na úměrnou nákladovost výroby sena. Nekomplexní technologie manipulace vyžadovaly mnoho ruční práce, nedořešená mechanizace podmiňovala značné ztráty odrolem a v řadě případů nestačila vůbec sklizeň zajistit (např. na prudších svazích). Náklady na výrobu sena stouply na 600 až 700 Kčs t⁻¹ a v obtížných výrobních podmínkách i přes 1000 Kčs t⁻¹. V tomto stadiu seno nemohlo skutečně jiným způsobem konzervace píce konkurovat. Udrželo se jednak pro svou vysokou dietetickou hodnotu, jednak proto, že přírodní podmínky při sklizni píce mnohde samy vedly k výrobě sena (přeschnutí rádků).

Zavedením sběracích návěsů byla řešena otázka bezztrátové sklizně, a to i v podmínkách dříve mechanizačním prostředkům nedostupným, ale zůstala téměř neřešena celá oblast manipulace na místech skládky, uskladnění a konzervace. Široká praxe, pravda, měla dostatek vzduchových dopravníků — plnily se však ručně a vliv vzduchových dopravníků na kvalitu sena a na způsob jeho uložení na dosoušecí rošty byl záporný.

Drápákové systémy pro manipulaci se senem, známé bezmála již jedno století a reprezentované kolejovou drápákovou drážkou, nebyly — bohužel — podstatněji rozšířené a mimo to byly vhodné pouze pro malovýrobu a pro speciální úzké a vysoké sklady sena. Jejich zavedení do velkoskladů ve velkých zemědělských podnicích nebylo úspěšné. Proto byl velký zájem o pokusy s uplatněním principu mostového drápákového jeřábu ve velkých senících v zahraničí i v ČSSR.

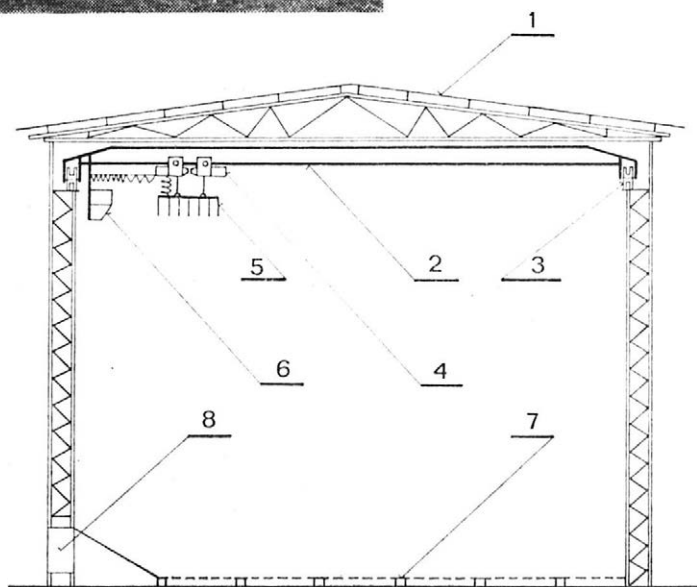
I. Základní technické údaje o ověřovaných halových senících

Údaj	Jednotka	Typ seníku	
		Sedmihorky	Vrchovina
Charakter stavby	—	samostatná hala	podstřešní hala
Celkové rozměry:			
délka	m	42,0	85,5
šířka	m	15,5	15,0
výška	m	12,0	7,5
Vnitřní rozměry a plocha:			
skladovací plocha	m ²	651,0	1275,0
obestavěný prostor	m ³	7108,0	8700,0
užitný prostor pod jeřábem a drápákem	m ³	4358,0	5080,0



1. Celkový pohled na halový seník s mostovým drapákovým jeřábem systém Sedmihorky, vybudovaný v JZD Pěněčín u Turnova. Užitečný prostor 6400 m³. Vlevo je uloženo seno, vpravo balíkováná krmná sláma

2. Funkční schéma a příčný řez halovým seníkem systém Sedmihorky: 1 — stavební konstrukce haly s výškou 12 m; 2 — mostový jeřáb o nosnosti 2 Mp; 3 — jeřábová dráha s manipulační lávkou; 4 — zdvihač ústrojí drapáku (dvě kočky po 1000 kp); 5 — hydraulický, velkoobjemový, vidlicový drapák o objemu 3 m³; 6 — kabina jeřábníka s ovládacím panelem; 7 — dřevěné dosoušecí rošty; 8 — dosoušecí ventilátory (8 až 9 kusů)



VÝSLEDKY

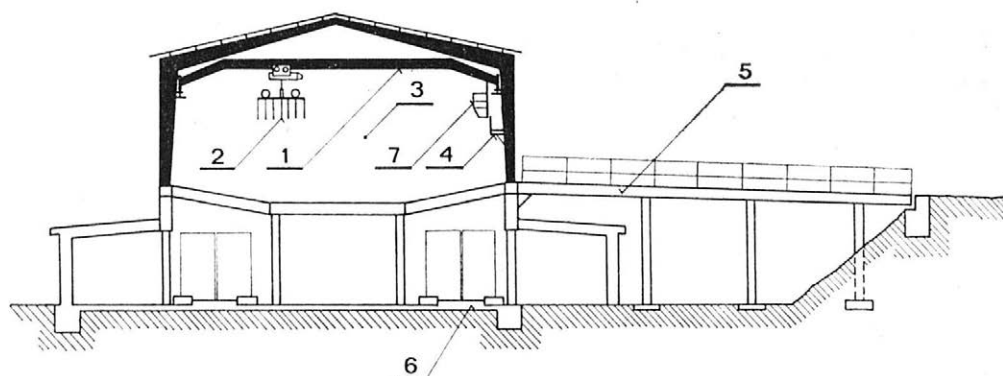
Pracovníci VÚZT v Řepích vyhodnotili v několikaletém provozu dva základní systémy mostových drapákových jeřábů, a to:

- systém Sedmihorky (obr. 1, 2), který se vyznačuje uplatněním mostového drapákového jeřábu v samostatném halovém skladu 4000 až 6000 m³;
- systém Vrchovina (obr. 3), který se vyznačuje uplatněním mostového drapákového jeřábu v podstřešním prostoru kravína typu Hrnčíř.

Účelem sledování a vyhodnocení bylo:

- stanovit základní exploatační ukazatele,
- posoudit kvalitu skladovaného materiálu,
- vyhodnotit spotřebu elektrické energie,
- vyhodnotit namáhání konstrukce při manipulaci se senem,
- vyhodnotit vhodnost konstrukce jeřábového mostu a drapáku,
- vyhodnotit návaznost skladů na sklizňové linky a linky krmení.

Oba systémy halových skladů s mostovými drapákovými jeřáby jsou nazvány podle prvních míst jejich uplatnění. Byly vybudovány ve spolupráci JZD Sedmihorky, JZD Vrchovina, JZD Jílové, STS Hustopeče a VÚZT Řepy.



3. Funkční schéma a příčný řez podstrešního seníku systém Vrchovina:
 1 — mostové jeřábové těleso lomeného tvaru podle tvaru střešy ocelokůlny HP 15b (Mostárna NHKG Hustopeče), nosnost jeřábu 1 Mp; 2 — mechanický drapák 2,5 m³; 3 — užitný ložný prostor skladu s úložnou výškou 4 m (cca 5000 m³); 4 — manipulační a spojovací lávka; 5 — nájezdový můstek z podélné komunikace do skladu; 6 — krmná chodba čtyřřadého kravína typu Hrnčíř s podúrovňovými žlaby; 7 — kabina jeřábníka

Základní technické údaje o ověřovaných halových senících a o mostových drapákových jeřábech zaznamenávají tab. I a II. Střední doby pracovních cyklů drapákových jeřábů jsou uvedeny v tab. III.

Energetický systém mostových drapákových jeřábů v senících

V obou případech, tj. u seníku Sedmihorky i u seníku Vrchovina, jsou jeřáby napájeny třífázovým proudem s napětím 3 × 380 V přes rozvodnu s jističi a rozvaděč s reléovým ovládáním. Ovládací panel v kabině obsluhy je napojen pomocí

II. Základní technické údaje o mostových drapákových jeřábech

Údaj	Jednotka	Typ seníku	
		Sedmihorky	Vrchovina
Délka jeřábové dráhy	m	39,66	84,0
Šířka jeřábové dráhy	m	12,34	13,1
Výška zdvihu drapáku	m	7,0	4,0
Nosnost jeřábového tělesa (koček)	Mp	2,0	1,0
Hmotnost drapáku	kg	645,0	470,0
Typ drapáku	—	hydraulický	mechanický
Pohybové ústrojí	—	válce	pohybové šrouby
Doba sevření čelistí drapáku	s	7	6
Hmotnost náběru sena	kg	cca 300	cca 300
Pracovní rychlosti jeřábu:			
podélný pojezd	m min ⁻¹	34,2	32,1
příčný pojezd	m min ⁻¹	21,0	24,1
zdvih	m min ⁻¹	16,0	8,5

III. Střední doby pracovních cyklů drapakových jeřábů (doprava sena do střední výšky uložení a do středu haly od najížděcí chodby)

Údaj	Jednotka	Typ seníku	
		Sedmihorky	Vrchovina
Spuštění drapáku do náběru	min	0,20	0,22
Sevření čelistí drapáku	min	0,15	0,11
Zdvih drapáku	min	0,20	0,22
Jízda v podélném směru skladu do poloviny dosoušecích roštů	min	0,30	0,67
Otevření drapáku	min	0,10	0,11
Jízda zpět na manipulační chodbu	min	0,30	0,67
Celkem základní pracovní cyklus	min	1,25	2,00
Střední teoretická výkonnost	t h ⁻¹	14,40	9,00

Poznámka: Příčný pojezd kočky s drapakem se zásadně spojuje s podélným pojezdem, takže se s ním ve výpočtu nepočítá. Ve skutečnosti se s pojezdem spojuje i zdvih nebo spouštění drapáku, někdy i rozevírání. Skutečný cyklus bývá tedy, zejména při naskladňování, kratší a výkonnost vyšší.

IV. Přehled pohonných elektromotorů u mostových jeřábů v seníku Sedmihorky a Vrchovina

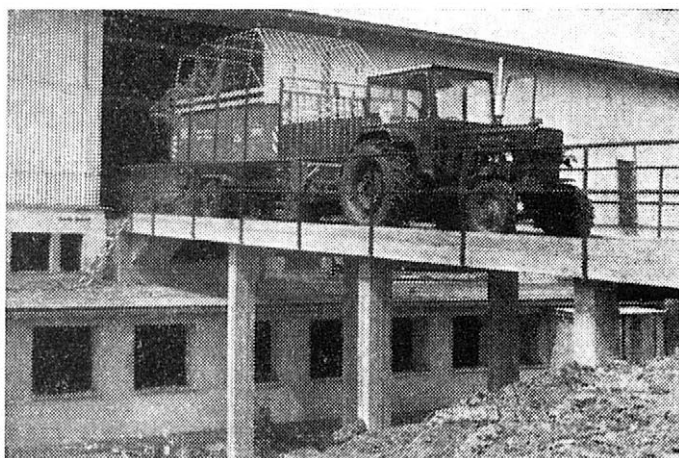
Umístění elektromotoru	Typ seníku			
	Sedmihorky		Vrchovina	
	počet	celkový příkon (kW)	počet	celkový příkon (kW)
Pojezd mostu (podélný)	2	3,00	2	3,00
Pojezd koček (příčný)	2	0,25	1	0,20
Zdvihadlo drapáku	2	3,00	1	3,00
Motor drapáku	1	5,50	2	3,00
Celkem	7	11,75	6	9,20

odděleného napětí 220 V na rozvaděč, spojený s pracovními motory zavěšenými šňůrami, nebo šňůrami položenými v korýtkových kladačích. Celkový příkon jeřábu je poměrně nízký, a přitom nepracují nikdy všechny elektromotory současně (tab. IV).

Technologický postup při plnění a vyskladňování halových seníků jeřáby

U seníku systému Sedmihorky je operačním a manipulačním prostorem ve středu haly umístěna průjezdná chodba, u seníku Vrchovina chodba neprůjezdná, navazující na najížděcí můstek (obr. 4). Zde je seno vyhrnováno ze sběracích vozů a drapakem přemisťováno na příslušné místo k dosoušení. Při vyskladňování najíždí krmný vůz opět do této chodby a je drapakem naplněn. Oba systémy

4. Způsob najíždění sběracího vozu Horal 33 do manipulačního prostoru seníku Vrchovina



seníků se od sebe liší tím, že u seníku Vrchovina sběrací vůz nacouvává do skladu a seno vyhrnuje do jakési podúrovňové násypky. Tím jsou jeho prostroje při vyhrnutí sena nižší, neboť nemusí čekat, až z průjezdové chodby bude všechno seno uloženo na roštích.

Předností, která není u žádného jiného systému skladování sena (včetně věžových seníků), je možnost druhotně přemístit seno ve skladě. Těto přednosti lze využít při rychlém odbavení za sebou přijíždějících vozů, kdy můžeme zavadlé seno přechodně umístit blízko najížděcí chodby, nebo při eventuálním zvýšení teploty dosoušeného materiálu. (Takto bylo např. zabráněno v r. 1971 samovznícení sena v seníku Sedmihorky). Mostovým drapákovým jeřábem je také možné v době klidu přemístit seno na vzdálenější místa ve skladu a uvolnit dosoušecí rošty.

Výsledky provozně laboratorního měření halových seníků s jeřáby

Skutečné výkonnosti při naskladnění

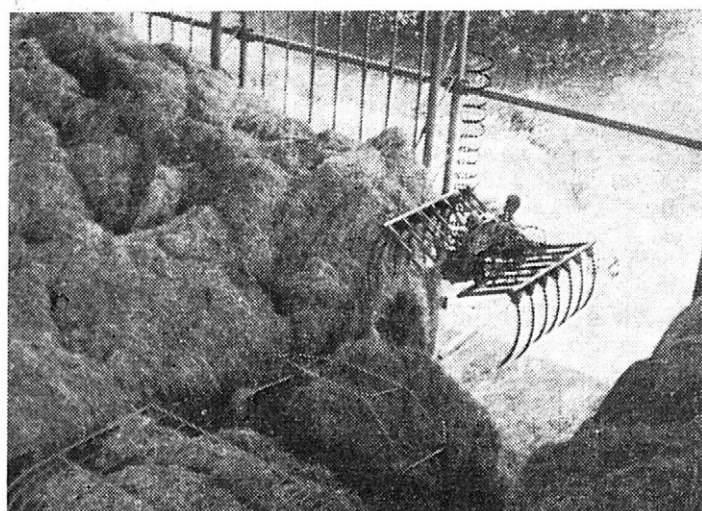
Skutečné výkonnosti dosažené při ukládce sena mostovými drapákovými jeřáby byly nižší než teoretická střední výkonnost. Bylo to dáno jednak menší sklizní, jednak menší výkonností při zavážení zavadlého sena do seníku (zpravidla dopravovaly seno dva až tři sběrací návěsy). Ventilátory na dosoušení sena mohou dosušit za 24 hodin každý 50 až 60 q zavadlého sena, což činí za směnu při osmi ventilátorech 40 až 48 t.

Při stanovení výkonnosti ukládky zavadlého sena je rozhodující hmotnost náběru sena (vedle délky podélného pojezdu jeřábu). Je ovlivněna střední délkou sena, jeho vlhkostí a stupněm pořezení ve sběracím voze. Kromě toho ovlivňuje hmotnost náběru sena i způsob vykládky sběracího vozu. Projíždí-li sběrací vůz průjezdnou chodbou (seník Sedmihorky), je nutné před každým následujícím projetím uklidit všechno seno z předchozího vozu. Při tom však maximální náběr 300 až 400 kg je možný jen z větší hromady (obr. 5). Poslední „úklidové“ náběry jsou stále menší (nakonec méně než 100 kg). V případě, že sběrací vůz nacouvává k místu vyhrnutí a zavadlé seno vyhrnuje do „násypky“, má každý náběr vysokou hodnotu a seno není třeba z manipulačního prostoru beze zbytku vybírat, ani manipulaci při nájezdu vozu přerušovat. Skutečné výkonnosti stanovené z časových snímků uvádí tab. V.

Obsluha jeřábů má k dispozici, na rozdíl od jiných systémů pro ukládku sena do seníků, velkou škálu výkonností ukládky a může je operativně v provozu využívat tak, jak to nerovnoměrné najíždění sběracích návěsů vyžaduje (obr. 6). Prakticky zařízení postačuje svou výkonností třem až čtyřem sběracím vozům třídy 30 až 40 m³ nebo šesti až sedmi sběracím vozům třídy 20 až 25 m³ při vzdálenosti přepravy do 2,5 km. Uvedené výkonnosti manipulace se zavadlým senem při uskladnění jsou dostatečné a není třeba je zatím zvětšovat zvyšováním nosnosti jeřábu nebo ložného objemu drapáku (obr. 7).

V. Výkonosti při uskladňování zavadlého sena drapákovými jeřáby

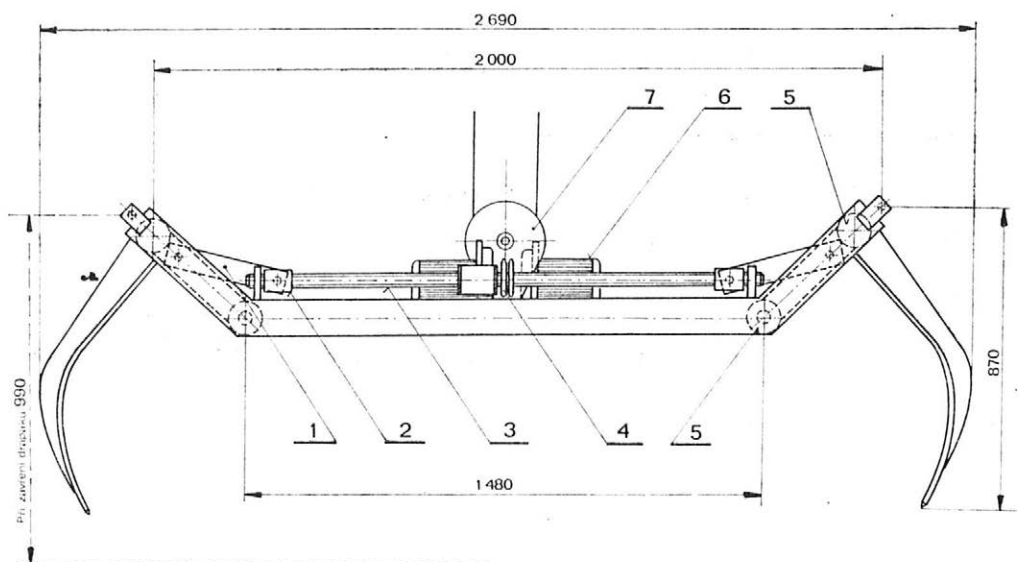
Hodnota	Jednotka	Typ seníku	
		Sedmihorky	Vrchovina
Provozní výkonnost za zpracování celého nákladu vozu (T_{02})	$t\ h^{-1}$	9,1	6,75
Maximální teoretická výkonnost při minimální vzdálenosti podélného pojezdu (T_{02})	$t\ h^{-1}$	15,3	13,50
Provozní výkonnost ukládky při střední vzdálenosti pojezdu a náběru 300 kg	$t\ h^{-1}$	14,4	9,00
Maximální výkonnost při náběru 300 kg	$t\ h^{-1}$	24,0	18,00



5. Způsob manipulace se senem při naskladňování v průjezdové chodbě seníku Sedmihorky



6. Způsob vyskladňování suchého sena do vozu pro dopravu ke stájím, seník Sedmihorky



7. Schéma mechanického drapáku s pohybovými šrouby v seníku Vrchovina s nízkou výškou uložení sena: 1 — spojovací táhlo ramene drapáku, 2 — pohybová matice táhla, 3 — pohybový dvouchodý šroub, 4 — řetězová kola pohonu pohybových šroubů, 5 — vodící kladky ramen drapáku, 6 — převodové elektromotory po 1,5 kW (2 kusy), 7 — závěsná kladka drapáku

Výkonnost jeřábu při vyskladňování

I v největších zemědělských podnicích se vyskladňuje z halových seníků denně jen zlomek množství, které se při sklizni uskladňuje. Přitom má drapák neustále možnost mít plné náběry (300 až 400 kg). (Byl však také zaznamenán rozsah 170 až 700 kg sena.) Naložení jednoho nákladu krmného vozu se podle výkonnosti nakládky (6—19,5 t h⁻¹) pohybuje v rozmezí 5 až 10 minut. Takovou výkonnost vyskladňování zatím jiné vyskladňovací zařízení nemá.

Souhrn výsledků měření namáhání konstrukce jeřábu

Dosušené seno má ve skladu větší nebo menší soudržnost, která se projevuje vyššími nebo menšími odtrhovými silami. Soudržnost sena je především daná stupněm pořezení sena ve sběracím návěsu při sklizni, dále výchozí délkou sklizeného sena a výškou a místem uložení sena ve skladu. Nejnižší odtrhové síly byly zaznamenány u sena pořezaného (stačí dva nože ve sběracím návěsu, aby se podstatně změnil charakter sena při vyskladňování), u sena uloženého ve vyšších vrstvách a u stěn skladu. Nejvyšší odtrhové síly byly zjištěny v opačných případech. Nejvyšší relativní odtrhové síly byly zjištěny při nejmenších náběrech. Maximální namáhání jeřábu bylo však stanoveno, i když po velmi krátkou dobu při zastavení naplněného drapáku, po jeho spouštění směrem dolů. Bylo způsobeno značnými seřvačnými silami drapáku a náběru sena.

Maximální tahová síla na háku drapáku, stanovená měřením tahovými dynamometry v desítkách měření, činila při náběru 490 kg sena a při koeficientu odtrhové síly 0,9 1620 kp (seník Sedmihorky).

Koeficient odtrhové síly (α) byl stanoven podle vzorce:

$$\alpha = \frac{F_o}{F_m}$$

kde: F_m — tíha náběru sena (kp)
 F_o — odtrhová síla (kp)

Odtrhová síla

$$F_o = F_{tc} - (F_m + F_{dr}) \quad (\text{kp})$$

kde: F_{tc} — celková tahová síla (kp)
 F_{dr} — tíha drapáku (kp)

Maximální náběr sena v seníku Sedmihorky činil při vyskladňování 750 kg při koeficientu síly 0,2.

Maximální koeficient odtrhové síly (α) v seníku Sedmihorky činil 1,99 při náběru sena pouze 199 kg.

Maximální tahová síla na háku drapáku v seníku Vrchovina činila 1033 kp při náběru 183 kg a koeficientu odtrhové síly 2,1. Při tomto měření se však část již odtrženého sena při zdvínání uvolnila, ale v celkové tahové síle byla zaznamenána. Relativní porovnání náběrů a odtrhových sil uvádí tab. VI.

VI. Relativní porovnání náběrů sena a odtrhových sil

Hodnota	Náběr sena (%)	Koeficient odtrhové síly (%)
Náběr sena neřezaného, odebraného ze středu skladu z uhlé vrstvy	100	100
Náběr sena řezaného (2–4 nože sběracího vozu) ze středu uložení ve skladu	78	30
Náběr sena neřezaného z okraje uložení (u stěn skladu, u průjezdné chodby)	114	52

Souhrn poznatků z měření tahových sil na háku drapáku

— Při plném náběru na jmenovitou nosnost jeřábu a drapáku nepřekračuje koeficient odtrhových sil hodnotu 1 ani v nepříznivých podmínkách.

— Seno lze vyskladňovat vždy tak, aby bylo odebíráno z vrstvy v místě alespoň jedné volné strany.

— Pro běžný provoz postačuje nosnost jeřábu cca 1000 kp (na háku drapáku).

— Doporučuje se, aby vlastní hmota drapáku byla nižší než 450 kg, aby se snížily setrvačné síly a dodržela nosnost jeřábu 1000 kp.

— Do soustavy ovládání a jištění se doporučuje zařadit omezovací člen, aby se zajistila jmenovitá nosnost jeřábu.

Průběh tahových sil na háku drapáku uvádí grafický záznam na obr. 8.

Příkony elektromotorů a spotřeba elektrické energie mostových drapákových jeřábů

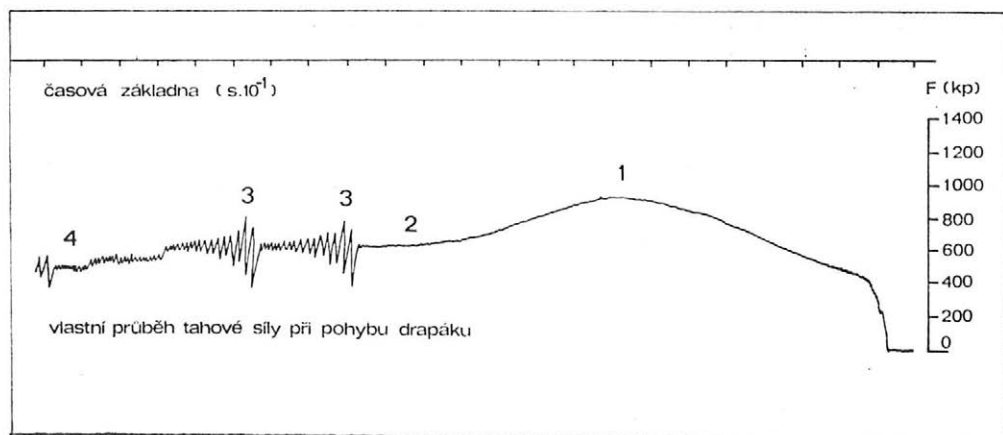
Celková spotřeba energie byla u sledovaných mostových jeřábů měřena v průběhu celého roku vestavěnými elektroměry, krátkodobá spotřeba speciálním zařízením. Zároveň bylo měřeno celkové množství dopravovaného sena (tab. VII). Bylo zjištěno, že:

— měrná spotřeba elektrické energie činí zlomek běžné spotřeby při jiných způsobech manipulace,

není podstatný rozdíl mezi jednotlivými typy skladů.

Přesný přehled o celkové spotřebě elektrické energie za celoroční sezónu používání halového seníku Sedmihorky, tj. při naskladnění zavádlého sena, jeho dosoušení a vyskladnění, uvádí tab. VIII.

Průběh spotřeby elektrické energie ve skladu Vrchovina byl přibližně stejný. Pouze se prokázalo, že měrná spotřeba elektrické energie na dosoušení je v tomto seníku nižší, což zřejmě souvisí s celkovým oplechováním stěn a menším ztrátovým unikem vzduchu.



8. Průběh tahových sil jeřábu Sedmihorky při vyskladňování sena ze střední vrstvy uložení: *F* — tahová síla na laně při zdvihání naplněného drapáku, 1 — maximální tahová síla v okamžiku odtrhu sena z uhlé vrstvy, 2 — tíha drapáku a sena po uvolnění, 3 — rozkmitání drapáku při změně vertikálního pohybu, 4 — průběh síly při uvolňování sena z drapáku (průběh zprava doleva)

Praktická provozní spolehlivost mostových jeřábů v senících

V době přímého sledování provozu seníků nedošlo k závadě, která by ohrozila provoz. V době zimního vyskladňování se však porušilo hydraulické zařízení vlivem silných mrazů (-20°C), kdy normální motorový olej ztuhl a musel být vyměněn za hydraulický. Dále docházelo k příčnému ohýbání prvků čelisťových vidlí, neboť obtížně pronikaly do spodních vrstev sena. Závady se však rychle odstranily výměnou deformované součástky, provoz nebyl ohrožen.

Kladně se projevilo použití vibrací na prvcích mechanického drapáku v seníku Vrchovina, a to snážším pronikáním vidlí do materiálu.

Pro zajištění provozu se velmi osvědčily automatizační prvky zajišťující nejen koncové polohy jednotlivých orgánů zařízení, ale i jejich vypínání z provozu v okamžiku jejich přetížení přes stanovenou mez. Jako výhodnější se jeví elektrická přetěžovací relé než přepouštěcí hydraulický ventil, neboť nedochází ke ztrátám energie a snadněji lze regulovat provozní charakteristiky zařízení.

V plné míře se osvědčilo lomené provedení jeřábového tělesa v seníku Vrchovina, neboť za zvýšené náklady na výrobu ve výši Kčs 5000,— byl získán ložný prostor o celkovém objemu cca 1000 m^3 pro uložení cca 600 q zavadlého sena.

VII. Průměrný příkon mostových jeřábů při manipulaci se senem (laboratorní měření)

Hodnota	Jednotka	Typ seníku	
		Sedmihorky	Vrchovina
Výkonnost ukládky sena	t h^{-1}	5,15	6,20
Celkový příkon střední	kW	2,02	2,42
Měrná spotřeba	kWh t^{-1}	0,40	0,40
Maximální okamžitý příkon největšího elektromotoru (drapák)	kW	5,50	4,80
Minimální příkon nejslabšího elektromotoru (pojezd kočky)	kW	0,24	0,15

Údaj	Jednotka	Množství sena	Spotřeba elektrické energie		
			jeřáb	dosoušení	celkem
Naskladněno a dosušeno zavadlého sena	t	400			
Spotřeba energie celkem	kWh		188,40	7479,9	7668,30
Měrná spotřeba	kWh t ⁻¹		0,40	17,0	17,40
Měrný provozní náklad na energii	Kčs t ⁻¹		0,20	8,5	8,70
Vyskladněno suchého sena	t	350			
Spotřeba elektrické energie	kWh		165,20	—	165,20
Měrná spotřeba elektrické energie	kWh t ⁻¹		0,47	—	0,47
Měrný náklad na energii	Kčs t ⁻¹		0,24	—	0,24
Celková spotřeba elektrické energie na suché vyskladněné seno		350	353,60	7479,9	7835,50
Měrná spotřeba elektrické energie	kWh t ⁻¹		1,00	21,4	22,40
Měrný náklad na elektrickou energii	Kčs t ⁻¹		0,50	10,7	11,20

Jakost sena uloženého v seníku s mostovým drapákovým jeřábem

Sklizeň sena v zavadlém stavu sběracími vozy a jeho uložení ve skladu pomocí velkoobjemového drapáku a jeřábu patří k nejšetrnějším technologiím sklizně píce. Stav materiálu odpovídá při vyskladnění jeho stavu na řádku před sklizní, zejména s ohledem na stav olistění. Při vlhkosti 28 až 35 %, která je pro sklizeň tímto způsobem doporučována, zůstává naprostá většina lístků na stoncích (nižší hodnota vlhkosti přísluší lučnímu senu, vyšší píci z orné půdy). Hodnota sena je podstatně vyšší z halového seníku s mostovým drapákovým jeřábem než ze seníku plněného vzduchotlakovým dopravníkem, kde materiál přechází přes oběžné kolo.

Porovnávací rozbor dokázaly rozdíl v obsahu dusíkatých látek ve výši +5 % ve prospěch sena uloženého v halovém seníku s jeřábem (skutečná hodnota byla však vyšší a potvrzovala ji pouze vyšší užitkovost dojnice, neboť dojivost v kontrolní stáji byla asi o litr vyšší). Obsah dusíkatých látek v seně z halového seníku se pohyboval kolem 8 %.

Objemová hmotnost sena a stupeň využití skladu

Stupeň využití skladu je dán poměrem celkového vnitřního prostoru skladu a prostorem, který je k dispozici pro uskladnění sena pod nejnižším bodem otevřeného drapáku. Množství uloženého sena je kromě toho dáno i objemovou hmotností sena ve skladu. Z těchto důvodů je vhodné použít lomeného jeřábového tělesa, které zlepšuje využitelnost skladu. Kromě toho by bylo možné u skladů nižších než 5 m užité výšky doporučit zapustit hlavní rozvodné kanály dosoušovacího zařízení pod úroveň podlahy.

Praktická výška uložení sena činí při dnešních dosoušecích ventilátorech 7 m a neměla by být překračována zejména u těch seníků, které nemají opláštění všech stěn.

Zavadlé seno ze sběracích vozů, uložené na rošty, má v neporezaném stavu hmotnost 50 až 70 kg m⁻³, v porezaném stavu 55 až 85 kg m⁻³.

Po dosoušení a částečném slehnutí dosahovalo seno v seníku Sedmihorky při výšce uložení 7 m průměrné hodnoty kolem 90 kg m⁻³, v seníku Vrchovina kolem

70 kg m⁻³, a to při výšce uložení 4 m. V nejnižších vrstvách byla v Sedmihorkách měrná objemová hmotnost sena kolem 150 kg m⁻³.

Praktická výkonnost a možnosti dosahu jeřábových drah a jejich bezpečného napájení elektrickou energií dovolují budovat halové seníky až do užitého ložného objemu 6000 m³, tj. pro množství cca 500 t suchého sena.

Ekonomika provozu halových seníků s mostovými drapákovými jeřáby

Vysoká teoretická a technicky možná výkonnost při manipulaci mostových drapákových jeřábů se senem je dosažitelná i v provozu s ohledem na jejich minimální poruchovost. Prakticky však jeřáby pracují s přestávkami, které vznikají vlivem nerovnoměrnosti příjezdů dopravních prostředků se senem. Skutečná výkonnost proto za čas T_{04} byla u obou sledovaných seníků kolem 5,5 t h⁻¹ a za čas směny T_{08} kolem 3 t h⁻¹ (včetně pracovních přestávek). Z těchto údajů vychází také spotřeba pracovního času při naskladňování sena:

0,189 h t⁻¹ za čas T_{04}

0,330 h t⁻¹ za čas T_{08}

V porovnání s dopravou vzduchotlakovým dopravníkem plněným ručně je to zvýšení produktivity práce asi šestinásobné; přesto má zemědělská praxe v této oblasti ještě značné rezervy (tab. IX).

IX. Spotřeba práce v halovém seníku Sedmihorky v sezóně 1971–1972.

Druh práce	Množství sena (t)	Pracovní čas (h)	Pracovní náklady (Kčs)
Uložení zavadlého sena na rošty	440	232	2320
Kontrola teploty	—	70	700
Vyskladnění	350	234	2340
Celkem	790	536	5360
Měrný náklad na tunu manipulovaného sena	—	0,68	6,8
Přepočet na suché, vyskladněné seno	350	1,53	15,3

X. Základní ekonomické údaje halových seníků

Údaj	Jednotka	Typ seníku		
		Sedmihorky		Vrchovina
Místo stavby seníku	—	Sedmihorky	Pěnčín	Vrchovina
Celková pořizovací hodnota	Kčs	687 500	965 000	657 800
Užitný prostor	m ³	4 358	6 400	5 080
Možnost uskladnění dosoušeného sena	t	392	576	356
Měrné hodnoty:				
investiční náklady na jednotku prostoru	Kčs m ³	158,—	151,—	130,—
investiční náklady na jednotku hmoty	Kčs t ⁻¹	1750,—	1680,—	1850,—
odpisy na jednotku	Kčs t ⁻¹	35,—	33,—	37,—

V JZD Vrchovina byly pracovní náklady při uložení 265,15 t zavadlého sena v r. 1973 1598,— Kčs, tzn. 6,— Kčs t⁻¹, což je totéž jako v seníku Sedmihorky.

Přehled o investičních a provozních nákladech seníků uvádějí tab. X, XI a XII. V tab. X. je uveden i investiční náklad na seník systému Sedmihorky, postavený v JZD Pěnčín s optimální kubaturou 6400 m³.

Velké ložné prostory seníků podmiňují relativně nízké náklady v přepočtu na jednotku prostoru i množství. Odpis na uskladnění 100 kg sena činí v průměru pouze 3,50 Kčs (tab. XI).

Pro celkové posouzení přímých nákladů na výrobu sena je třeba k uvedeným výpočtům započítat i náklady na vlastní výrobu suroviny, tj. trávy na loukách. Pro výrobu 440 t sena zavadlého na 35 % vlhkosti (při které se sklízí) je zapotřebí cca 953 t zelené trávy o vlhkosti cca 70—75 % (vyšší sušina u trav na seno). Hodnota této suroviny je v praxi přibližně 60,— Kčs t⁻¹.

Celkový výpočet přímých nákladů uvádí tab. XII.

Z porovnání uvedených nákladů s dosavadními výrobními náklady na výrobu sena vyplývá, že při sklizni sena sběracími návěsy vyšších kubatur a v halových senících s mostovými drapákovými jeřáby dochází k podstatné redukci nákladů. Určitou roli v nákladech hraje i životnost stavby, určená zde víceméně odhadem

XI. Provozní náklady halového seníku typu Sedmihorky (440 t zavazadlo sena, 350 t suchého sena)

Nákladová položka	Kčs
Odpisy stavby a mostového jeřábu při životnosti 50 let	13 751,—
Roční náklady na opravy a nátěry (2 %)	13 751,—
Spotřeba elektrické energie pro naskladnění a dosoušení (7668 kWh × 0,5 Kčs)	3 834,—
Pracovní náklady na uskladnění a kontrolu teploty (302 h × 10,— Kčs)	3 020,—
Celkové náklady na uskladnění a konzervaci (mezisoučet)	34 356,—
Spotřeba elektrické energie pro vyskladnění (165 kWh)	82,—
Pracovní náklady za vyskladnění (234 h)	2 340,—
Celkové náklady na vyskladnění (350 t)	2 422,—
Celkové náklady na skladování, sušení a vyskladnění	36 778,—
Měrné náklady na jednu vyskladněnou tunu sena	105,—
Náklady na sklizeň sena sběracími návěsy Horal 33 (440 t × 25,— Kčs)	14 200,—
Celkové náklady na sklizeň, uskladnění, konzervaci a vyskladnění	50 978,—
Měrné náklady na jednu tunu vyskladněného sena	145,60
Náklady na dopravu suchého sena od seníku do stáje (234 h × 43 Kčs)	10 019,—
Celkové náklady na sklizeň, skladování a dopravu sena do stáje	60 997,—
Měrný náklad na celou přepravu a skladování sena včetně dopravy do stáje	174,—

XII. Souhrnné náklady na výrobu sena v halovém seníku s mostovým jeřábem

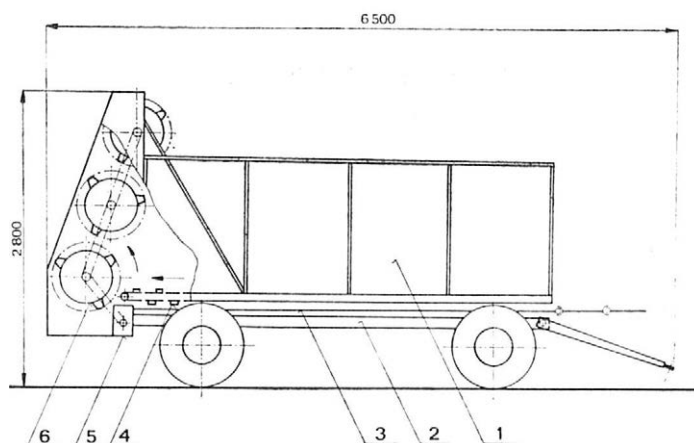
Nákladová položka	Náklady	
	celkové	měrné
Souhrn nákladů na sklizeň, dopravu, skladování, konzervaci, vyskladnění a dopravu do stáje (350 t)	60 997	174,—
Náklady na výrobu suroviny (935 t)	57 180	
Celkové výrobní náklady na 350 t sena dopraveného do stáje	118 177	
Měrné výrobní náklady na tunu suchého sena	—	338,—
Měrné výrobní náklady na tunu sušiny	—	422,—
Měrné náklady na výrobu sena bez započítání nákladů na dopravu do stáje (porovnávací, obecné náklady)	108 158	309,—
Měrný náklad na výrobu tuny sušiny bez započítání nákladů dopravy do stáje		386,—

porováním se životností podobných průmyslových staveb a zařízení na 50 let. Avšak ani snížení životnosti stavby na 25 let nemění podstatně uvedené náklady, které se zvyšují pouze o 10 %, tj. z 309 Kčs t⁻¹ na 337 Kčs t⁻¹.

V ostatních senících (Pěčín a Vrchovina) byly náklady na výrobu sena podobné. Podmínkou provozuschopnosti celé technologické linky je její uzavření vhodným dávkovacím zařízením. K tomu účelu slouží zásobníkové dávkovací dopravníky nebo velkoobjemové krmné přívěsy nebo návěsy vybavené rozpojovacími dávkovacími válci o velkém průměru s měnitelnou obvodovou rychlostí (pro seno postačuje cca 2,5 až 3 m s⁻¹). Příklad řešení tohoto krmného přívěsu uvádí obr. 9 a způsob zakládání sena v průjezdové stáji obr. 10.

Z A V Ě R

Halové seníky o skladovací kapacitě 4000 až 6000 m³, budované jako samostatné stavby nebo podstřešní prostory a vybavené mostovými drapákovými jeřáby, jsou vhodné pro skladování sena za nízkých nákladů. Vzhledem k výkonnosti



9. Funkční schéma krmného vozu pro dávkování volně loženého nebo málo řezaného sena; úprava pro dávkování za sebe: 1 — velkoobjemová nástavba 13 m³ a více; 2 — základní rám vozu s podvozkem; 3 — spojovací pohonný hřídel; 4 — podlahový řetězový dopravník; 5 — rozvodovka pohonu podlahového dopravníku a rozpojovacích válců; 6 — rozpojovací dávkovací válec o velkém průměru 560 mm, opatřen spirálovitě umístěnými noži; otáčky válců 100 až 500 min⁻¹



10. Způsob krmení málo pořezaným senem v průjezdném kravinu typu Hrnčíř krmným vozem se speciálními dávkovacími orgány a příčným dopravníkem (JZD Vrchovina)

Autoři obrázků: výkresy (2, 3, 7, 8, 9) Podpera, VUZT
fotografie (1, 4, 5, 6, 10) Sladký, VUZT

dosoušecího zařízení je jejich přijímací výkonnost při 50% využití pracovního času 30 až 40 tun za směnu dostatečná. V případě potřeby je možné manipulační výkonnost drapákového jeřábu zvýšit na více než 20 t h⁻¹. Kvalita sena sklizeného sběracími vozy a dopravovaného drapákovým jeřábem je z hlediska subjektivního hodnocení a z hlediska krmných hodnot lepší než kvalita sena dopravovaného vzduchotlakovými dopravníky a sklizeného jiným způsobem. Provoz halových seníků s jeřáby je téměř bezporuchový. Ukázalo se, že z hlediska snížení odtrhových sil je vhodné seno při sklizni řezat minimálně dvěma noži ve sběracím návěsu. Koeficient odtrhových sil nepřekračuje hodnotu 1 při plných náběrech, přesto se doporučuje jistit jeřáb před zatížením stejně, jako je třeba jistit všechny koncové polohy zařízení. Nosnost 1 Mp a ložný objem drapáku 3 až 4 m³ jsou dostatečné. Z různých systémů drapáků se jako výhodnější jeví mechanický drapák ovládaný pohybovými šrouby, než drapák hydraulický; rozdíly však nejsou rozhodující. Nejnižší ložná výška sena by neměla být menší než 4 m, optimum je 7 m. Pro měrnou spotřebu elektrické energie pro dosoušení jsou výhodnější zcela opláštěné haly. Spotřeba elektrické energie pro manipulaci sena jeřábem je nepatrná, celkem při naskladnění a vyskladnění 1 kWh t⁻¹, výrobní náklady sena v halových senících se pohybují kolem 300 Kčs t⁻¹ včetně započítání nákladů na výpěstování suroviny. Halové seníky se doporučují zejména pro ty podniky, které uhlohydrátovou píci skladují a konzervují ve žlabových skladech, i když se návaznost na věžová síla nevylučuje. Dávkování delšího, málo pořezaného sena vyžaduje speciální dávkovací techniku.

Ing. V. Sladký, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

Rukopis odevzdán k tisku 8. 4. 1974 — Podepsáno k tisku 2. 8. 1974

Velebil M.: Analýza metod zjišťování fyzikálních vlastností materiálu s aplikací na výkaly	305
Ramacsay L.: Koeficient trenia slepačieho trusu	319
Knoll J.: Prístroj na meranie pevnosti v tlaku zrnín	327
Kolín J.: Deskové výměníky s intenzívním sdílením tepla	333
Maleř J.: Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky podle indikovaných ztrát zrna	343
Zemědělská technika v praxi	
Sladký V.: Halové seníky s mostovými jeřáby	355

СОДЕРЖАНИЕ

Велебил М.: Анализ методов определения физических свойств материалов при работе с экскрементами	317
Рамачай Л.: Коэффициент трения куриного помета	326
Кнолл Й.: Аппарат для измерения сопротивления сжатию в зерновых	331
Колін Й.: Пластинчатые теплообменники с интенсивной теплоотдачей	341
Малерж Й.: Регулирование рабочей скорости зерноуборочного комбайна согласно установленным потерям зерна	353

CONTENT

Velebil M.: Analysis of Methods of the Determination of the Physical Properties of Materials, as Applied to Excrements	318
Ramacsay L.: The Friction Coefficient of Hen Dung	326
Knoll J.: An Apparatus for the Measurement of Grain Crushing Strength	331
Kolín J.: Plate Exchangers with Intensive Heat Transfer	341
Maleř J.: Regulation of the Operation Speed of the Harvester-Thresher according to Indicated Grain Losses	354

INHALT

Velebil M.: Analyse der Methoden der Ermittlung von physikalischen Eigenschaften der Materialien mit Applikation auf Kot	318
Ramacsay L.: Reibungskoeffizient des Hennenkots	326
Knoll J.: Gerät zum Messen der Druckfestigkeit von Körnerfrüchten	332
Kolín J.: Platten austauscher mit intensiver Wärmeabgabe	342
Maleř J.: Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit eines Mähdreschers entsprechend den angezeigten Kornverlusten	354

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS – ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.



TRAKTOR BOLGAR TK 225 U

Použitím naftového traktoru BOLGAR TK 225 U a traktoru TK 225 U se soustrojím na sekání trávy, sběr sena, zpracování půd a transport vyřešíte problémy mechanizace zemědělských prací v horských oblastech a v oblastech se sklonem terénu do 30°, problémy snížení vlastních nákladů a zvýšení efektivity produkce v zemědělství. Výkon motoru je 16 k.



Agromachinaimpex

Vývozce: Státní obchodní podnik, AGROMACHINAIMPEX, Bulharsko/Sofia, Aksakovova 5, telefon: 88 53 25, dálnopis: 022-563.

O podrobné informace se obraťte na Bulharské obchodní zastupitelství, Krakovská 6, 110 00 Praha 1, ČSSR.