

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 26 (LIII)
PRAHA
ČERVEN 1980
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
ing. Vladimír Dufek, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Fran-
tišek Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan
Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, Jan Květoň,
ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing.
Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1980

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

■
Научный журнал ЗЕМЕДѢЛЬСКАЯ ТЕХНИКА публикует об-
зоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по
научному исследованию в области сельскохозяйственной техники.
Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Инсти-
тут научно-технической информации по сельскому хозяйству. Вы-
ход 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 Czechoslovak Academy of Agriculture —
Institute of Scientific and Technical Information for Agri-
culture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Praha 2,
Slezská 7.

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECH-
NIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftli-
che Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben
auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der
Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie —
Institut für wissenschaftlich-technische Information der
Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Pra-
ha 2, Slezská 7.

NEROVNOMĚRNOST VÝSEVU U PNEUMATICKÉHO PŘETLAKOVÉHO VÝSEVNÍHO ÚSTROJÍ

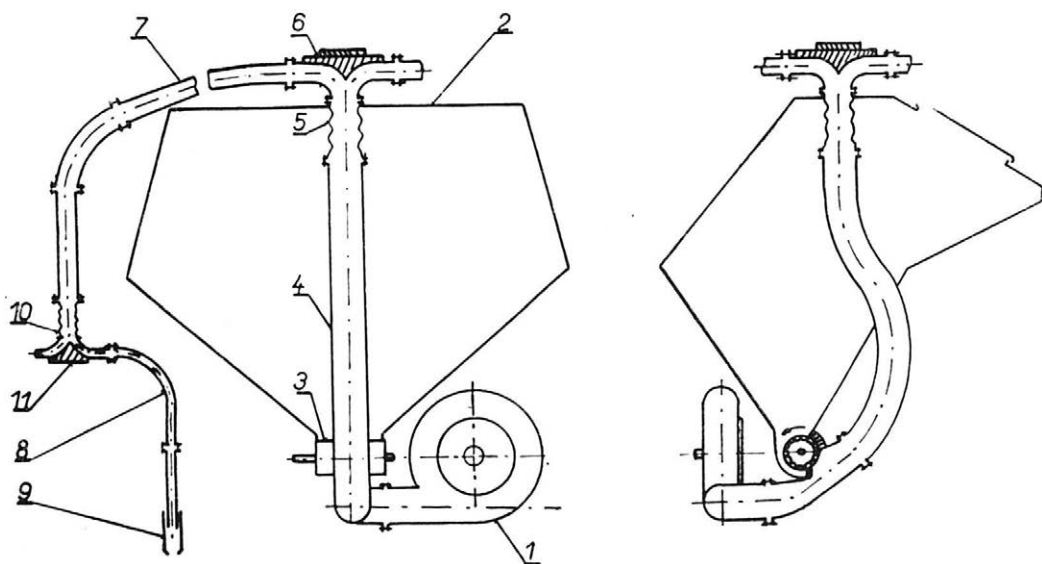
A. Rybka

RYBKA, A. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Nerovnoměrnost výsevu u pneumatického přetlakového výsevního ústrojí*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6) : 321-328.

Práce je zaměřená na prověření funkce pneumatického přetlakového výsevního ústrojí použitého u secího stroje Lajta-Accord. Zabývá se sledováním vlivu nastavení horního rozdělovače a vzduchových poměrů v rozvodu s cílem zlepšení příčné nerovnoměrnosti výsevu pšenice. Při měření se kuželová hlavice horního rozdělovače představovala ve dvou na sebe kolmých osách a zjišťovalo se nejvýhodnější nastavení, při kterém by byl minimální rozptyl výsevků. Z experimentálních měření a ze zpracování výsledků počítačem vyplynuly optimální souřadnice nastavení. Pro daný hmotnostní průtok osiva bylo stanoveno rozmezí regulace a pracovních rychlostí, kdy by byl nejvýhodnější výsev osiva pšenice z hlediska příčné nerovnoměrnosti. Dále bylo zjištěno, že hmotnostní průtok osiva v jednotlivých výstupech nemá žádnou vzájemnou souvislost s objemovým průtokem vzduchu.

pneumatický výsev; rozdělovač osiva; nerovnoměrnost výsevu

Vedle klasických secích strojů se v zahraničí rozšiřují secí stroje s centrálním dávkováním osiva, kde jedno secí ústrojí rozděljuje semena do více secích botek. K dopravě a rozdělování semen do jednotlivých secích botek se používá, vedle jiných principů, i unášivého účinku proudu vzduchu. Secí stroje s tímto tzv. pneumatickým přetlakovým secím ústrojím (obr. 1) mají z hlediska konstrukce proti klasickým secím strojům určité přednosti. Na šesti, event. devíti nebo dvanáctimetrový pracovní záběr mají jedno výsevní ústrojí s rychlou a snadnou regulací výsevku. Možnost prostorově nezávislého umístění výsevní skříně dává předpoklady pro použití stavebnicové koncepce, která je zvláště vhodná pro minimalizační soupravy. Je zde snadné mechanizované plnění z jedné polohy plnicího přepravníku a vzhledem k aktivní dopravě semen k secím botkám je předpoklad pro lepší uplatnění pro pásový výsev. Větší pracovní záběr daný dvoustupňovým rozdělčováním osiva však přináší s sebou vyšší příčnou nerovnoměrnost výsevu, která je v relativním vyjádření vesměs o 1 až 4 % vyšší než povoluje ČSN 47 0135 (u drobnozrného osiva je výběrový variační koeficient dvojnásobný proti normě) — Rybka, 1979).



1. Pneumatické přetlakové secí ústrojí — Pneumatic pressure sowing mechanism
 1 — ventilátor; 2 — výsevní skříň; 3 — výsevní váleček; 4 — hlavní potrubí; 5 a 10 — vlnovec (trubka s vlnitou vnitřní stěnou); 6 — horní rozdělovač; 7 — potrubí k dolnímu rozdělovači; 8 — semenovod; 9 — secí botka; 11 — dolní rozdělovač

METODIKA

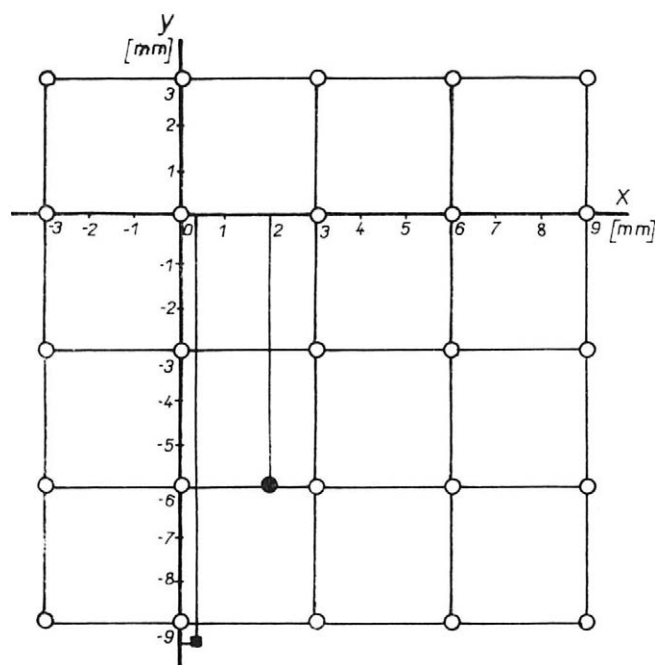
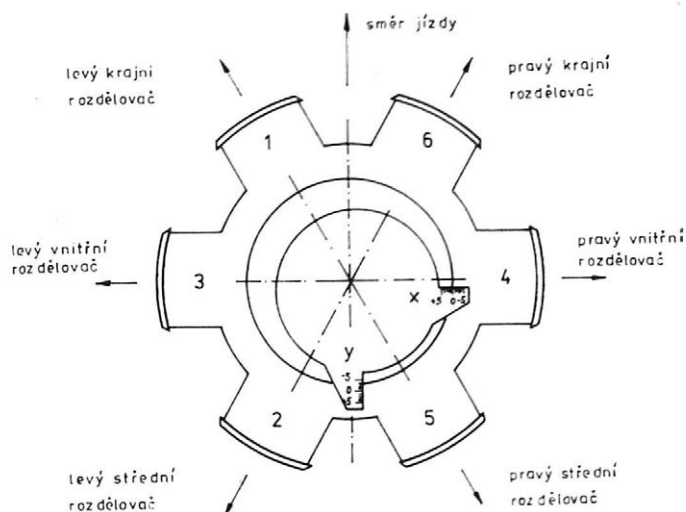
Výzkum byl zaměřen na sledování vlivu nastavení horního rozdělovače a vzduchových poměrů v rozvodu s cílem zlepšit příčnou nerovnoměrnost výsevu.

K měření byl použit secí stroj Lajta-Accord FPV-48-NC licenčně vyráběný v MLR. Po demontáži pojezdových kol a prutových zahrnovačů byl umístěn do speciálního rámu. Pohon výsevního válečku a ventilátoru byl odvozen od elektromotorů s plynulou regulací otáček. Při měření bylo použito standardní osivo ozimé pšenice odrůdy 'Lena' (200 kg). Výsevní ústrojí bylo nastaveno na konstantní hodnoty: R (poloha regulátoru) = 10 a v_p (simulovaná pracovní rychlost) = $9,5 \text{ km h}^{-1}$. Dané poloze regulátoru odpovídá přibližný měrný výsevek $Q = 250 \text{ kg ha}^{-1}$ a pro zvolenou pracovní rychlost jsou otáčky výsevního válečku $n = 68,7 \text{ ot min}^{-1}$. Škrťací klapka ventilátoru byla v poloze 5 (maximální otevření). Otáčky ventilátoru se udržovaly na konstantní hodnotě ($n_v = 4500 \text{ ot min}^{-1}$). Výsevky jsme zachycovali do krabiček umístěných v posuvném rámu. Dané zařízení umožňovalo současné odebrání výsevků všech 48 secích btek při ustáleném pracovním režimu výsevního ústrojí. Výpad jsme zachycovali po dobu 30 s a při stejných parametrech jsme měření třikrát opakovali. Výpady osmi sousedních secích btek ze stejného dolního rozdělovače jsme sesypali a potom jsme stanovili jejich hmotnost.

Horní rozdělovač (obr. 2), jehož funkce byla sledována, rozděluje vzduch s osivem do šesti výstupů k dolním rozdělovačům. Skládá se z tělesa a kuželové hlavice. Hlavici je možné v tělese přestavovat. Toto řešení umožňuje optimální nastavení rozdělovače pro dané osivo. Správné nastavení horního rozdělovače má velký vliv na příčnou nerovnoměrnost výsevu. Nastavení horního rozdělovače jsme měnili podle schématu na obr. 3. Přestavitelnou kuželovou hlavici jsme nastavovali ve dvou na sebe kolmých osách x a y , přičemž krok při nastavování byl 3 mm. Hodnoty byly zvoleny s ohledem na nastavení doporučené výrobcem (pro obiloviny: $x = +2$, $y = -6$) tak, aby bylo dobře proměřeno okolí tohoto nastavení, kde lze předpokládat místo nejvýhodnějšího nastavení. Na obrázku je již také vyznačena optimální hodnota souřadnice x a y zjištěná počítacem na základě minimálního rozptylu výsevků ze šesti výstupů horního rozdělovače.

Pro vzduchotechnické měření byl zhotoven sklopný kapalinový manometr, na němž je možné měřit současně až třicet hodnot tlaků. Při měření byla nahrazena

2. Půdorys horního rozdělovače — Plan of the upper distributor



3. Hodnoty nastavení horního rozdělovače — Adjustment values of the upper distributor

- — nastavení pro zkoušku
- — nastavení doporučené výrobcem
- — nastavení vypočtené počítačem

svislá potrubí nad dolními rozdělovači stejně dlouhými trubkami z novoduru. Do těchto trubek byla středově instalována jedna sonda pro snímání celkového tlaku a dvě sondy umístěné proti sobě pro snímání statického tlaku na vnitřním povrchu trubky. Instalace těchto sond byla provedena na všech šesti rozvodech z horního rozdělovače. Sondy jsme propojili stejně dlouhými plastickými hadičkami s trubičkami kapalinového manometru. Manometr byl ustaven do svislé polohy a naplněn zbarvenou vodou z důvodů lepšího odečítání. Vzduchotechnické měření jsme dělali bez zapnutého výsevního válečku při stejných polohách horního rozdělovače jako předcházející měření. Okamžité hodnoty celkového a statického tlaku jsme při současném měření ve všech šesti rozvodech z horního rozdělovače vyznačovali na průhledný papír přiložený na kapalinový manometr, když jsme předem vyznačili nulovou hladinu.

Po uvedených zkouškách následovalo současné proměření rozdělování osiva i vzduchu v horním rozdělovači při jeho nastavení: $x = +2$, $y = -6$ a $x = 0$, $y = -9$ a opakovaně při nastavení: $x = +2$, $y = -6$; $x = 0$, $y = -9$ a $x = +0,36$, $y = -9,46$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Při měření rozdělování osiva v horním rozdělovači jsme zjišťovali nejvýhodnější nastavení, při kterém by byl minimální rozptyl všech výsevků z horního rozdělovače od průměrné hodnoty na jeden výstup. Stálost výsevu při všech 26 měřeních byla vyhovující $-Q = 252,06 \text{ kg ha}^{-1}$ ($V_s = 1,77\%$). Podle charakteristických ukazatelů vyplynulo nejvýhodnější nastavení horního rozdělovače dané souřadnicemi $x = 0$, $y = -9$ a druhé v pořadí $x = +2$, $y = -6$. Tyto hodnoty jsou v tab. I uvedeny jako I. soubor měření. Jako II. soubor byla opakovaná měření (současně s rozdělováním vzduchu) při stejné poloze horního rozdělovače. Výsledky byly obdobné. Jelikož nastavení horního rozdělovače se měnilo v obou osách po 3 mm, je možné předpokládat, že optimální nastavení se může nacházet v jiném místě, které nebylo proměřeno. Hodnoty z celého měření jsme zpracovali na počítači, abychom zjistili souřadnice x , y , při

I. Relativní odchylky rozdělování osiva v horním rozdělovači $\pm \Delta \bar{q} Ri$ ($\%$) — Relative deviations of grain distribution in the upper distributor [$\pm \Delta \bar{q} Ri$ ($\%$)]

Soubor měření	Poloha horního rozdělovače		Výstup z horního rozdělovače						$S_{\bar{q}R}$	$S_{\bar{q}R}^2$	V_s
	x	y	1	2	3	4	5	6			
—	mm	mm	—	—	—	—	—	—	g	g ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.	+2 0	-6 -9	-4,43 -2,67	+10,03 + 0,77	+5,72 +1,43	-5,03 +2,36	+2,59 +1,25	-8,87 -3,15	134,74 45,14	18 155,02 2 037,84	7,26 2,31
II.	+2 0	-6 -9	-6,01 +0,31	+10,85 - 3,99	+4,76 +0,68	-5,70 +3,43	+5,11 -0,93	-9,02 +0,49	146,26 44,31	21 391,29 1 963,25	7,95 2,45
III.	+2 0 +0,36	-6 -9 -9,46	-4,69 +1,48 +3,17	+ 7,57 - 3,37 - 6,13	+2,36 +0,07 +0,63	-2,75 +3,20 +4,22	+5,09 -2,41 -4,56	-7,58 +1,04 +2,67	104,29 43,87 77,36	10 876,52 1 924,23 5 985,27	5,93 2,48 4,33

kterých je hodnota rozptylu minimální. Závislosti $S_{qr}^2 = f(x, y)$ vyhovuje (podle metody nejmenších čtverců odchylek) plocha charakterizovaná rovnicí: $0,25 x^2 + 0,21 y^2 - 0,07 xy - 0,81 x + 4,00 y + 19,54 = 0$. Počítačem byla dále stanovena hodnota minimální výšky této plochy nad rovinou danou souřadnicemi x, y , což je minimální rozptyl $S_{qr}^2 = 5823,21 \text{ g}^2$ a tomu odpovídající souřadnice x a y ($x = +0,36$ a $y = -9,46$).

Další měření rozdělování osiva jsme dělali při poloze horního rozdělovače: $x = +2, y = -6$; $x = 0, y = -9$ a $x = 0,36, y = -9,46$ (současně s rozdělováním vzduchu). V tab. I jsou uvedena jako III. soubor měření.

Z tab. I je zřejmé, že se minimálně liší relativní odchylky i další ukazatelé u tří měření při nastavení $x = +2, y = -6$ a při $x = 0, y = -9$. Nejpriznivější ukazatelé jsou při poloze horního rozdělovače $x = 0, y = -9$, kdy relativní odchylky nepřevyšují hodnotu $\pm 4 \%$, a tím je reálný předpoklad, že by bylo možné při $\pm 4 \%$ rezervě upravit rozdělování v dolních rozdělovačích tak, aby relativní odchylky výsevků jednotlivých botek vyhovovaly normě. Hodnoty souřadnic stanovené počítačem se jen nepatrně odlišují od nejvýhodnějšího nastavení horního rozdělovače, které vzešlo z experimentálních měření. Z praktického hlediska jsou to rozdíly zanedbatelné.

Z toho, že se souřadnice x při optimálním nastavení prakticky rovná nule, můžeme usuzovat o symetrickém vyhrnování osiva výsevním válečkem vůči ose dopravního potrubí. Potvrdila to i dříve prováděná měření (Rybka, 1979).

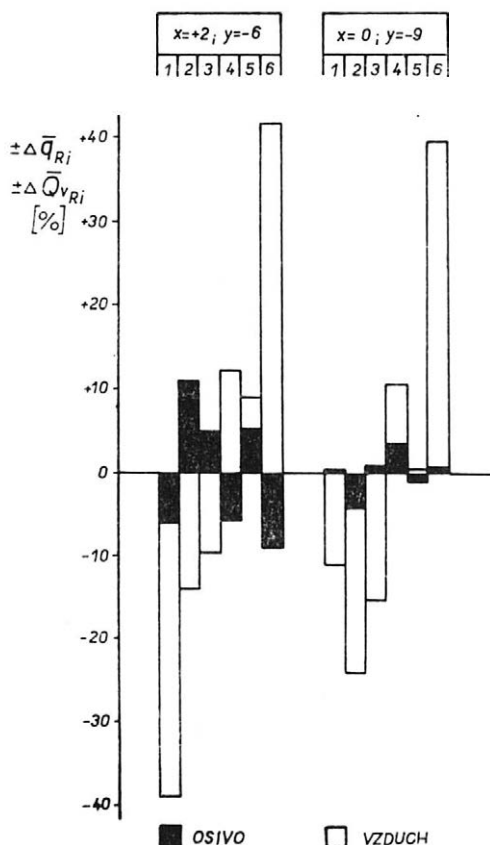
Podle optimální hodnoty souřadnice y je zřejmé, že se proud osiva po průchodu dvěma oblouky hlavního potrubí soustřeďuje při vstupu do horního rozdělovače v polovině bližší 2. a 5. výstupu. Vliv vlnovce před vstupem do horního rozdělovače se zdá být problematický.

Všechny úvahy, které byly v této části vysloveny se vztahují k podmínkám uvedeným v metodickém postupu (parametry výsevního ústrojí, osivo ap.) včetně konstantního hmotnostního průtoku osiva pšenice hlavním potrubím ($Q_{mo} = \sim 0,38 \text{ kg s}^{-1}$), který odpovídá poloze regulátoru $R = 10$ a pracovní rychlosti $v_p = 9,5 \text{ km h}^{-1}$. Přibližně stejný hmotnostní průtok osiva pšenice je i při parametrech: $R = 8$ a $v_p = 9,5$ a 12 km h^{-1} a dále $R = 6, v_p = 15 \text{ km h}^{-1}$ (Rybka, 1979).

Při vzduchotechnických měřeních byla zjištěna velká variabilita a nestálost objemového průtoku vzduchu jednotlivými výstupy z horního rozdělovače při měření bez dopravy osiva i při dopravě osiva. Objemový průtok vzduchu v hlavním potrubí při všech 26 měřeních byl však poměrně ustálený — $\bar{Q}_v = 0,28 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($V_s = 1,93 \%$). U výstupů 1., 2. a 3. převažují záporné relativní odchylky (76 ze 78) a u výstupů 4., 5. a 6. převažují kladné relativní odchylky (64 ze 78) přesto, že rozdělovací kuželová hlavice byla při daném měření více představována v oblasti 4. a 5. výstupu. Z toho vyplývá, že na straně rozdělovací hlavice bližší k ventilátoru vychází vzduch z výstupů vyšší rychlostí než na protilehlé straně. Nestejné rozdělení celkového tlaku v horním rozdělovači je pravděpodobně způsobeno sekundárním prouděním nebo opačným vířením za obloukem mezi ventilátorem a výsevním válečkem nebo snad i oběma těmito jevy současně. Objemový průtok vzduchu v hlavním potrubí se při

dopravě osiva u II. souboru měření snížil proti měření bez dopravy osiva v průměru o 17,16 % a u III. souboru měření v průměru o 9,88 %.

Jelikož je však třeba posuzovat u pneumatického přetlakového výsevního ústrojí hlavně rovnoměrnost rozdělování osiva (ev. ve vztahu k rozdělování vzduchu) jsou na obr. 4 a 5 v jednom diagramu vyneseny relativní odchylky rozdělování osiva a relativní odchylky rozdělování vzduchu při dopravě osiva pro II. a III. soubor měření. Z grafického vyjádření je zřejmá velká rozdílnost relativních odchylek rozdělování osiva a vzduchu do jednotlivých výstupů. Velké výkyvy relativních odchylek rozdělování vzduchu se projevují u 1. výstupu (vesměs záporné) a u 6. výstupu (vesměs kladné); u III. souboru měření jsou velké kladné relativní odchylky i u 2. výstupu z horního rozdělovače. Hmotnostní průtok osiva v jednotlivých výstupech nemá žádnou vzájemnou souvislost s objemovým průtokem vzduchu.

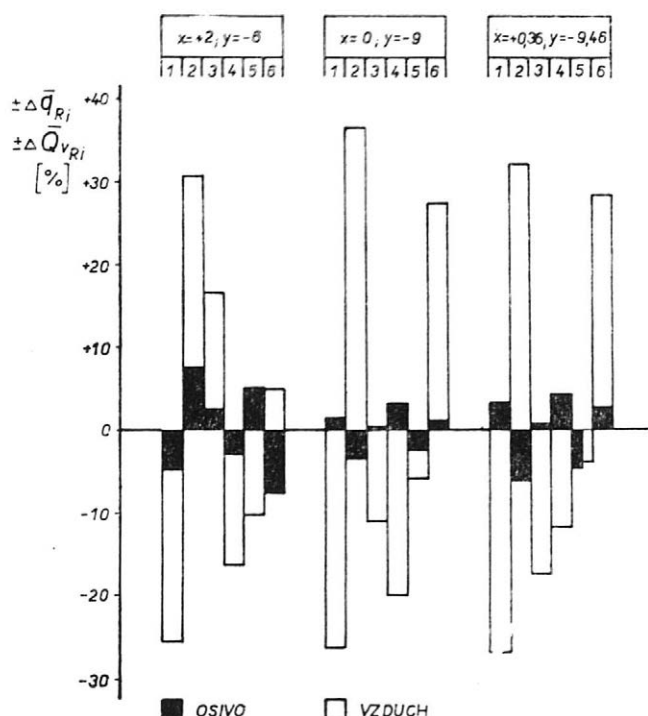


4. Rozdělování osiva a vzduchu v horním rozdělovači (II. soubor měření) — Distribution of grains and air in the upper distributor (2nd set of measurements)

ZÁVĚR

Pneumatický přetlakový secí stroj Accord vyráběný v NSR má převážně jeden rozdělovač, počet semenovodů po obvodu je omezen, ale je předpoklad lepší příčné nerovnoměrnosti výsevu. U secího stroje Lajta-Accord je rozdělování dvoustupňové. Toto řešení umožňuje zvětšit

5. Rozdělování osiva a vzduchu v horním rozdělovači (III. soubor měření) — Distribution of grains and air in the upper distributor (3rd set of measurements)



pracovní záběr stroje, ale roste pravděpodobnost vyšší příčné nerovnoměrnosti výsevu. Výsevní váleček dobře rozptýlí osivo v průřezu hlavního potrubí kolmo na směr jízdy. Rozložení toku osiva při vstupu do horního rozdělovače v průřezu rovnoběžném se směrem jízdy je ovlivněno jednak složitou dopravní cestou a dále měnícím se hmotnostním průtokem osiva při stálém objemovém průtoku vzduchu. Osivo by bylo lépe rozptýleno v proudu vzduchu při dopravě ve svislém potrubí, což firma Weiste u nejnovějších typů již realizuje.

Z experimentálních měření s osivem pšenice a ze zpracování výsledků počítačem vyplynuly optimální souřadnice nastavení horního rozdělovače, při kterém relativní odchylky rozdělování osiva v horním rozdělovači nepřevýšily $\pm 4\%$. To dává předpoklad, že by optimální nastavení dolních rozdělovačů (těch, které by to vyžadovaly) mohlo vést ke snížení relativních odchylek průměrných výsevků jednotlivých btek od jejich výběrového průměru tak, aby byly maximálně $\pm 8\%$. Daná měření byla provedena při konstantních parametrech: poloha regulátoru $R = 10$ a pracovní rychlost $v_p = 9,5 \text{ km h}^{-1}$. Přibližně stejný hmotnostní průtok osiva je i při $R = 8$ a $v_p = 9,5$ a 12 km h^{-1} a dále $R = 6$, $v_p = 15 \text{ km h}^{-1}$. To znamená, že v daném rozmezí regulace i pracovních rychlostí by byl nejvýhodnější výsev osiva pšenice z hlediska příčné nerovnoměrnosti. Stejným způsobem by bylo nutné stanovit optimální nastavení rozdělovačů i pro jiná osiva.

Pneumatické přetlakové výsevní ústrojí má z hlediska konstrukce i z hlediska funkčních vlastností své přednosti ve srovnání s výsevním ústrojím klasických secích strojů. Vzhledem k urychlení osiva v proudu vzduchu může být dané výsevní ústrojí dobře využito při pásovém výsevu,

кды се осиво rozptýlí v půdě do pásů o šířce 60—80 mm. V případě, že je dosaženo rovnoměrného rozptylu osiva v pásu, je zmírněn určitý nedostatek, kterým je vyšší příčná nerovnoměrnost výsevu.

Literatura

RYBKA, A.: Experimentálně-teoretický rozbor práce výsevních ústrojí s centrálním dávkováním pro proměnlivých parametrech. [Kandidátská disertace.] Praha 1979. 168 s. — Vysoká škola zemědělská. ČSN 47 0135.

Došlo dne 6. 2. 1980

РЫБКА, А. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Неравномерность высева у пневматического устройства с избыточным давлением. Земед. Тех., 26, 1980 (6): 321-328.

Работа ориентируется на испытание действия пневматического высевающего устройства с избыточным давлением, примененного у сеялки Лайта-Аккорд. Изучается влияние настройки верхнего распределителя и воздушных условий в распределительном устройстве для улучшения поперечной равномерности высева пшеницы. При измерении конусная головка верхнего распределителя регулировалась по двум взаимно перпендикулярным осям, причем определялась наиболее выгодная регулировка, при которой рассеивание семян было бы минимальным. Из экспериментальных измерений и обработки результатов электронно-вычислительной машиной исходят оптимальные координаты настройки. Для заданной массы проходящих семян установлены диапазоны регулировки и рабочих скоростей, при которых высев семян пшеницы с точки зрения поперечной неравномерности был бы наиболее выгодным. Затем установили, что масса проходящих через высевающий аппарат семян в отдельных выходах не имеет никакой взаимосвязи с объемом протекающего воздуха. пневматический высев; распределитель семян; неравномерность высева

RYBKA, A. (University of Agriculture, Praha): Unevenness of Sowing from a Pneumatic Pressure Sowing Mechanism. Zeméd. Techn., 26, 1980 (6): 321-328.

The function of the pneumatic pressure sowing mechanism used in the Lajta-Accord sowing machine is dealt with, especially the effect of setting the upper distributor and the pneumatic conditions in the distribution system so as to eliminate the uneven sowing of wheat in a transverse direction. During measurements the conical head of the upper distributor was adjusted along two mutually perpendicular axes, with the aim of ascertaining the optimum position which would provide the minimum scattering of the seed. Experimental measurements and computerization of the results provided the optimum coordinates of adjustment. For a given weight throughput of the seed, the range of setting and speeds of operation was determined, which would provide the optimum spreading of the grain from the aspect of transverse unevenness. It was also found that the weight throughput of the seed in different outlets had no connection with the flow rate of the air.

pneumatic sowing; seed distributor; uneven sowing

Adresa autora:

Ing. Adolf Rybka, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

INDIKÁTOR POKLESU OTÁČEK PRACOVNÍCH HRÍDELŮ SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

J. Maleř

MALEŘ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Indikátor poklesu otáček pracovních hřídelů sklízecích mlátiček*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6) : 329-342.

Indikátor poklesu otáček byl vyvinut jako kontrolní jednotka s vlastní audiovizuální indikací a s možností připojení k regulačnímu systému. Umožňuje vyhodnocovat a indikovat pokles otáček pod předem nastavenou mez v závislosti na otáčkách hnacího agregátu a je jedním z přístrojů, které umožní splnit konečný cíl, tj. navrzení automatické regulace pojezdové rychlosti sklízecích mlátiček. Přístroj byl konstruován pro použití na sklízecích mlátičkách, ale možnost jeho využití je daleko širší — předpokládá se, že vývoj bude směřovat k univerzálním přístrojům — lehce přemístitelným během roku z jednoho typu mobilního stroje na druhý. Laboratorní i polní provozní zkoušky indikátoru poklesu otáček prokázaly jeho dobré funkční vlastnosti. Přístroj byl ověřen na sklízecích mlátičkách E-512, kde byl sledován pokles otáček hřídelů těchto pracovních orgánů: mláticího ústrojí, separačního ústrojí, čisticího ústrojí, dopravního ústrojí zrna, dopravního ústrojí klásků. Indikátor poklesu otáček se ukazuje jako zařízení pro sklízecí mlátičky účelné a potřebné k optimální výkonnosti a k odstranění ztrátových časů na technologické prostoje.

kontrolní jednotka; audiovizuální indikace; regulační systém; automatická regulace

Kontrola otáček pracovních orgánů je nutná u většiny zemědělských strojů — u sklízecích mlátiček pak zvláště, aby se předcházelo defektům. Indikátor signalizuje: a — přetížení; b — uvolnění klínového řemene; c — ucpání pracovního orgánu (mláticího ústrojí, vytrásadel, elevátorů, čistidel) sklizenou hmotou.

U sklízecích mlátiček indikátor poklesu otáček soustavně informuje o průběhu hlavních operací a upozorňuje nás na přetížení ještě dříve, než závada dosáhne nebezpečného stupně. Ukazuje se, že u sklízecích mlátiček je důležité znát průchodnost ve všech rozhodujících pracovních orgánech; zjišťovat pouze celkové průchodnosti je nedostatečné. Celková průchodnost se nemusí měnit, ale mění se poměr mezi zrnem a slámou, poměr mezi obilní hmotou a zelenou hmotou. Tím se přetěžují jednotlivé pracovní orgány. Přitom celková nominální průchodnost stroje nemusí být překročena. Indikátor poklesu otáček u sklízecích mlátiček

umožňuje sledovat průchodnost hmoty v mláticím ústrojí, na vytrásadlech, v čistidlech a dopravnících.

U sklízecích mlátiček s hydrostatickým pohonem se při realizaci automatického regulátoru pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky předpokládá využití dvou indikátorů, tj. indikátoru ztrát zrna, který je již vyřešen, a indikátoru poklesu otáček. Nárůst ztrát zrna, indikovaný čidly, bude přímo přenášen k regulátoru, který automaticky sníží pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky. A naopak, v případě nutnosti zvýší pojezdovou rychlost tak, aby byla dodržována nominální průchodnost sklízecí mlátičky, která odpovídá velikosti ztrát podle agrotechnických požadavků, tj. 1 %. Kromě toho bude automatický regulátor ovlivňován indikátorem poklesu otáček (v druhém automatizačním okruhu). Bez ohledu na to, zda jsou ztráty přípustné, sníží se pojezdová rychlost stroje, popřípadě se stroj zastaví, jestliže tento indikátor bude signalizovat přetížení některého z hlavních pracovních orgánů stroje. To je daný úkol, k jehož realizaci bylo nutné navrhnout a ověřit vhodný indikátor poklesu otáček. Při vývoji se vycházelo ze zahraničních zkušeností s těmito přístroji (firemní literatura). Všeobecně se dá konstatovat, že u nejmodernějších sklízecích mlátiček v zahraničí (SSSR, USA, NSR, NDR, Anglie) se tyto indikátory objevují. Dosud však není vyřešeno spojení tohoto přístroje s indikátorem ztrát do automatického regulátoru pojezdové rychlosti, což je konečné cílové řešení úkolu.

METODIKA

Dílčím cílem bylo navrhnout a ověřit vhodný indikátor poklesu otáček hřídelů pracovních orgánů sklízecích mlátiček.

Práce na indikátoru poklesu otáček vycházela ze závěrů zpráv Z-1022 a Z-1190 (Maleř, 1973, 1975), kde se konstatovalo, že pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky lze regulovat podle indikovaných ztrát zrna s přihlédnutím k průchodností obilní hmoty. V rozhodujících pracovních orgánech nás mohou nepřímo informovat otáčky hlavních pracovních hřídelů. Jejich pokles signalizuje zpravidla překročení možné průchodnosti (i když může také signalizovat případné mechanické závady).

Z těchto důvodů bylo rozhodnuto navrhnout a ověřit vhodný indikátor poklesu otáček, tj. přístroj, který signalizuje pokles otáček hřídelů vybraných pracovních operací pod přípustnou mez.

Pojezdová rychlost je v tomto případě ovládána podle indikátoru ztrát zrna s přihlédnutím k signalizaci indikátoru poklesu otáček. Ztráty zrna mohou být ještě v přípustné toleranci; ale indikátor poklesu otáček může zachytit překračování mezní průchodnosti v některém pracovním orgánu.

Při výzkumu byl dodržen tento postup:

- a) Studie zahraničních pramenů (byla vypracována podrobná literární rešerše).
- b) Návrh funkčního modelu — Na základě zahraniční studie i na základě současných poznatků z oblasti mikroelektroniky jsme přikročili ke stavbě funkčního modelu ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze - Řepích ve spolupráci s OZS, n. p., Dašice.
- c) Ověření funkčního modelu — Funkční model indikátoru poklesu otáček byl instalován a zkoušen v letech 1978—1979 na sklízecí mlátičce E-512 na Státním statku Praha (farma Jeneč) a v Oborovém podniku Státní statky Karlovy Vary, odštěpném závodě Teplá (farma Čichanov). V průběhu těchto zkoušek byla soustavně přeshňována optimální poloha umístění jednotlivých čidel na sklízecí mlátičce a byly odstraňovány nejrušnější závady. Podobně byly sledovány otáčky hřídele mláticího bubnu, vytrásadel, čistidel, zrnového elevátoru a kláskového elevátoru.

Kromě toho byl funkční model podroben laboratorním zkouškám, zaměřeným na ověření jeho funkční způsobilosti i odolnosti vzhledem k některým podmínkám provozu, které se daly laboratorně simulovat.

VLASTNÍ PRÁCE

Vlastní práce se člení na návrh přístroje — teoretické řešení, laboratorní zkoušky a praktické ověření.

NÁVRH PŘÍSTROJE — TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

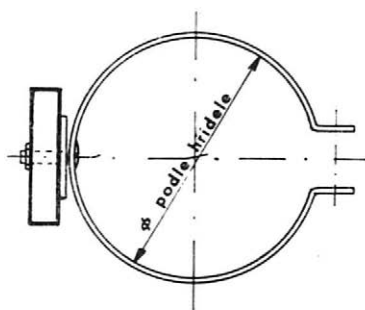
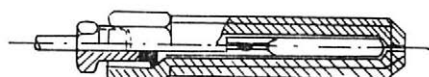
Indikátor poklesu otáček byl vyvinut jako kontrolní jednotka s vlastní audiovizuální indikací a s možností připojení k regulačnímu systému.

Indikátor umožňuje vyhodnocovat a indikovat pokles otáček pod předem nastavenou mez v závislosti na otáčkách hnacího agregátu.

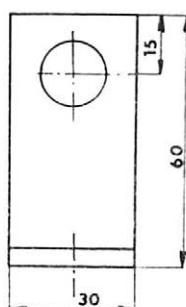
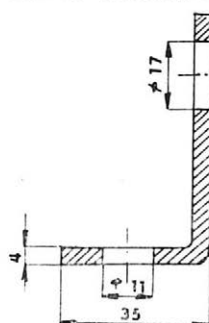
Popis přístroje

a) Čidla indikátoru (obr. 1,2)

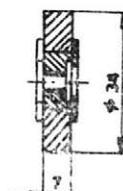
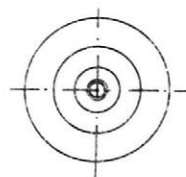
VÁKOVÝ KONTAKT WNFR 817.02



DRŽÁK KONTAKTU



PERMANENTÍ MAGNET

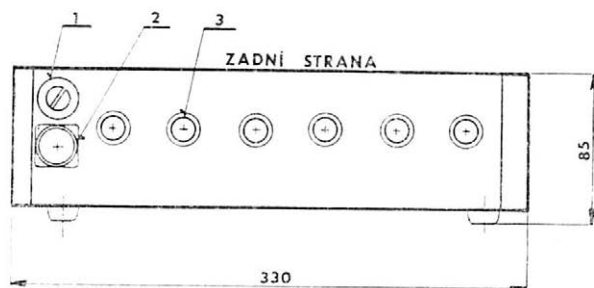
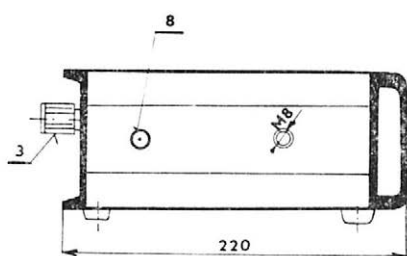
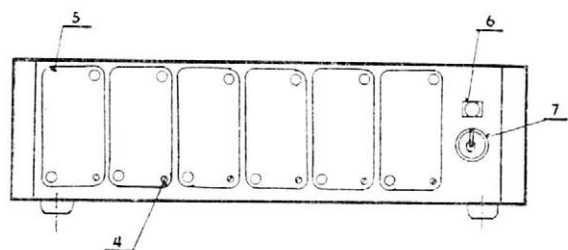


1. Snímač indikátoru poklesu otáček — The sensor of the indicator of speed drop

Otáčky jsou snímány pomocí vakuového kontaktu WNFR 817.02, který je ovládán permanentním magnetem, upevněným na sledovaném hřídeli. Vakuový kontakt je umístěn v kovovém, magneticky nevodivém pouzdru. Pouzdro snímače umožňuje poměrně snadnou montáž kontaktu, chrání jej před přímým mechanickým poškozením a před klimatickými vlivy.

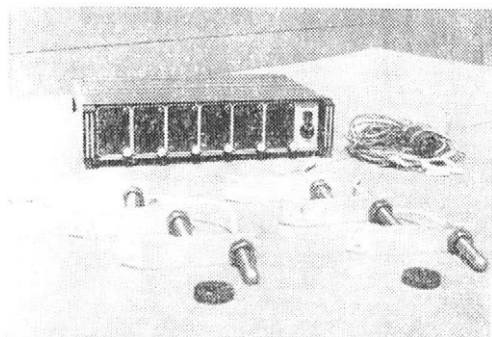
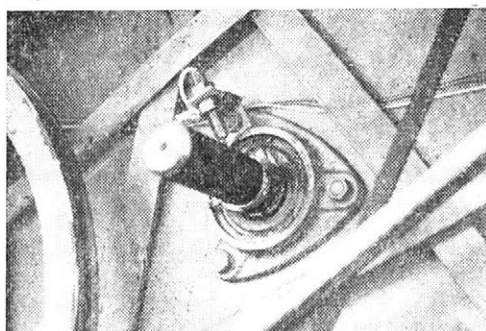
b) Elektronická část přístroje (obr. 3,4)

Je uložena v celokovové skříni přístroje. Řídící logická jednotka na desce s tištěnými spoji je opatřena konektorem, kterým je propojena s vnějšími ovládacími prvky, stabilizovaným zdrojem napětí a snímači. Po demontáži vrchního víka skříně lze jednotku snadno vyjmout.



1-pojistka, 2-privod energie,
3-jemné nastavení otáček, 4-hrubé
nastavení otáček, 5-signalizační světlo,
6-kontrolka, 7-vypínač, 8-otvor
pro uchycení.

3. Monitor indikátoru poklesu otáček — Monitor of the indicator of speed drop



2. Čidlo indikátoru poklesu otáček —
The detecting element of the indicator
of speed drop

4. Řídicí logická jednotka — Control
logical unit

Stabilizovaný zdroj napětí je umístěn na desce s tištěnými spoji společně s obvody pro napájení snímačů a indikačních žárovek a s rozvodnou sítí pro připojení vnějších ovládacích prvků, které jsou vzájemně propojeny kabely. Na vnitřní straně bočního krytu přístroje je upevněn chladič pro výkonový tranzistor stabilizovaného zdroje a polarizační diody.

c) Ovládací prvky

Jsou umístěny na předním a zadním panelu skříně. Na předním panelu jsou také umístěny signální lampy pro indikaci poklesu otáček a hlavní vypínač s malou signální lampou.

Regulační prvky, umístěné na předním panelu, jsou určeny k hrubému nastavení otáček. Pro jemné doladění slouží regulační jednotky na zadním panelu. Zde je také umístěn propojovací konektor a pojistka zdroje.

Funkce indikátoru poklesu otáček (obr. 5)

Indikátor současně snímá otáčky hnacího agregátu a hnaných hřídelů. Otáčky hnacího agregátu mohou při běžném provozu kolísat i o několik procent vlivem nerovnoměrného zatížení. Je tedy zřejmé, že odvozené otáčky hnaných prvků jsou definovány vztahem

$$N_0 = K_1 \cdot N_1 \quad (\text{ot min}^{-1})$$

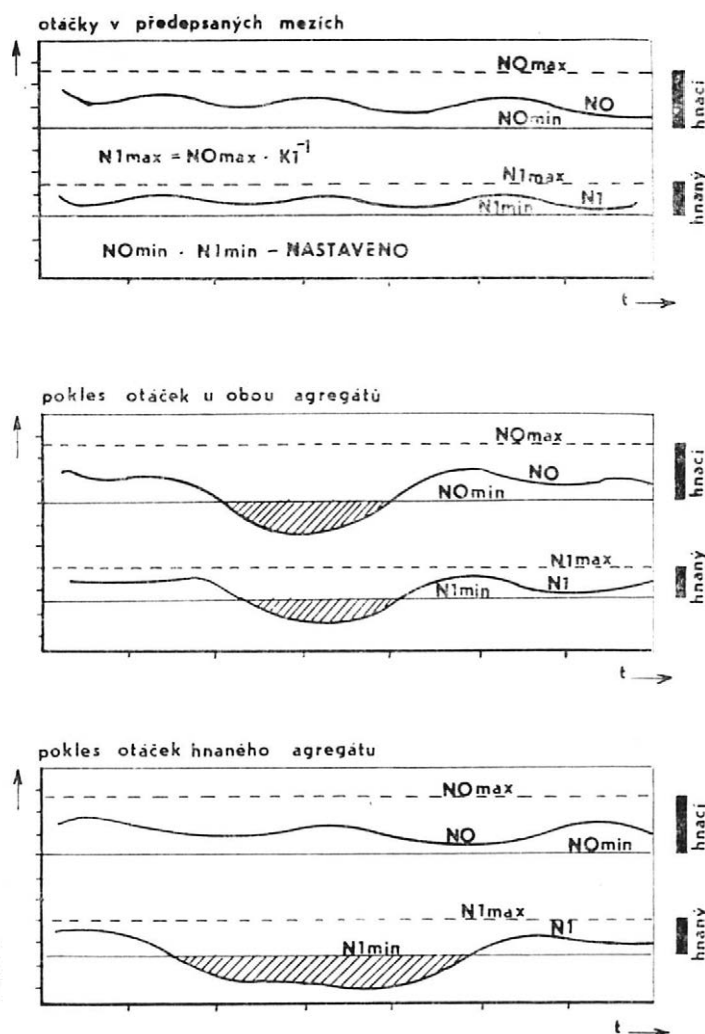
$$N_1 = N_0 / K_1$$

kde: N_0 — otáčky hnacího agregátu

N_1 — otáčky hnaného agregátu

K_1 — převodové číslo

Za předpokladu, že $K_1 = \text{konst.}$, budou kolísat otáčky N_1 v závislosti na průběhu otáček N_0 . Maximální hranice poklesu otáček u hnacího agregátu, která je určena bezporuchovou funkcí hnaných agregátů v daném režimu otáček N_0 , lze libovolně nastavit na příslušné kontrolní jednotce indikátoru v rozsahu 50 až 2500 ot min⁻¹.



5. Funkce indikátoru poklesu otáček — Function of the indicator of speed drop

Klesnou-li otáčky hnacího agregátu vlivem jeho přetížení nebo závady předem zvolenou a nastavenou mez, je tento pokles okamžitě indikován příslušnou kontrolní jednotkou indikátoru. Současně je však blokována indikace poklesu otáček u hnaných hřídelů, neboť při konstantním převodovém poměru k tomuto poklesu zákonitě dojde.

Kolísají-li však otáčky hnacího agregátu ve stanovených mezích a dojde k poklesu otáček na hnaném křídeli nejčastěji závadou převodu nebo z jiných příčin a platí-li

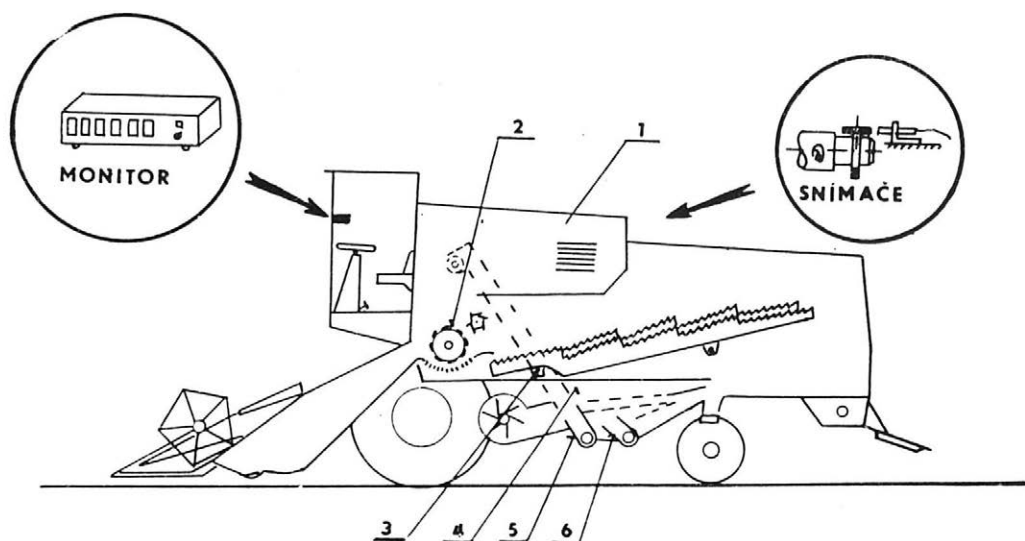
$$\frac{N_0}{N_1} \neq K_1$$

je pokles daných otáček pod stanovenou mez indikován odpovídající jednotkou indikátoru. Činnost indikátoru je znázorněna na obr. 5.

Indikátoru poklesu otáček je možné použít jako kontrolní jednotky v regulační soustavě pro řízení výstupních otáček hnacího agregátu a tím i otáček odvozených. Pracovní oblast otáček jednotlivých agregátů je tedy udržována v optimálních mezích.

Optimální oblast pracovních otáček je určena a je přímo závislá na funkční způsobilosti jednotlivých mechanismů — pracujících v dané oblasti otáček a v neposlední řadě i na ekonomickém provozu.

Indikátor je vybaven logickými jednotkami pro kontrolu a indikaci minimální úrovně pracovních otáček. Horní meze v oblasti optimálních pracovních otáček u současného zařízení nelze nastavit. Otáčky hnaných hřídelů jsou přímo závislé na otáčkách hnací jednotky a není účelné kontrolovat jejich horní hranici.



1- MOTOR, 2- HŘÍDEL MLATICÍHO BUBNU, 3- HŘÍDEL VYTRÁSADEL, 4- HŘÍDEL SÍTOVÉ SKŘINĚ, 5- HŘÍDEL ZRNOVÉHO ELEVÁTORU, 6- HŘÍDEL KLÁSKOVÉHO ELEVÁTORU.

6. Umístění indikátoru poklesu otáček na sklízecí mlátičce — The position of the indicator of speed drop on the harvester-thresher

Konstrukce přístroje neumožňuje přímou indikaci počtu otáček za časovou jednotku. Je indikován pouze pokles otáček pod předem stanovenou mez.

Umístění indikátoru poklesu otáček na sklízecí mlátičce

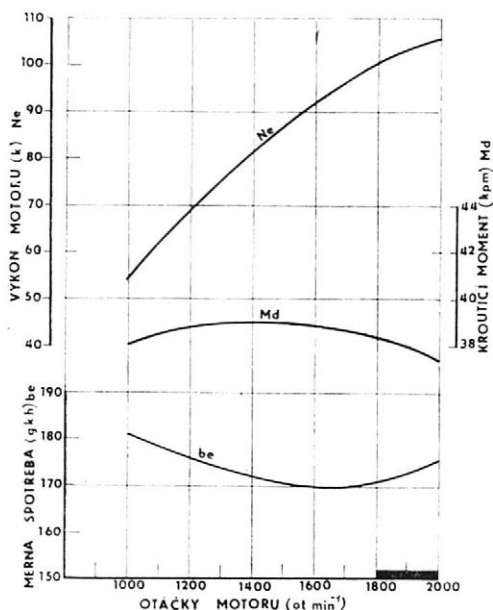
Schéma umístění indikátoru poklesu otáček na sklízecí mlátičce je uvedeno na obr. 6.

Kontrolní snímač otáček je umístěn na vývodovém hřídeli hnacího motoru. Regulátorová charakteristika hnacího motoru sklízecí mlátičky je uvedena na obr. 7. V této charakteristice jsou vyznačeny i tolerance otáček hnacího motoru. Přehled o rozsahu otáček hřídelů pracovních orgánů sklízecí mlátičky je uveden na obr. 9.

Přístroj umožňuje kontrolu poklesu otáček hřídelů těchto pracov-

7. Regulátorová charakteristika motoru sklízecí mlátičky E-512 — The control characteristics of the engine of the E-512 harvester-thresher

tolerance poklesu otáček motoru

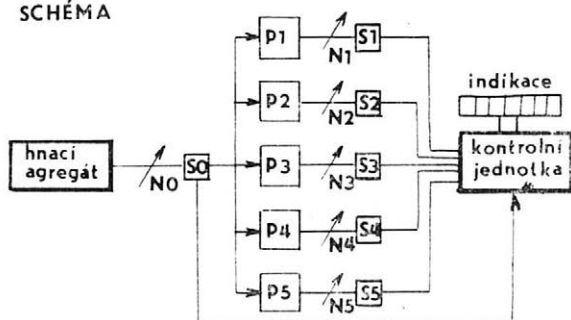


ních orgánů: a) mláticí ústrojí — hřídel mláticího bubnu; b) separační ústrojí — hřídel vytrásadel; c) čistící ústrojí — hřídel síťové skříně; d) dopravní ústrojí — hřídel zrnového elevátoru; e) dopravní ústrojí — hřídel kláskového elevátoru, popřípadě ústrojí na drcení slámy — hnací hřídel neseného drtiče.

Po montáži monitoru do kabiny sklízecí mlátičky se přístroj připojí na elektrickou instalaci (24 V). Při správné polaritě napájecího napětí se rozsvítí po zapnutí hlavního vypínače kontrolní žárovka. V opačném případě se změní polarita přívodů.

Připojení přístroje na elektrickou instalaci a na instalaci od snímačů je zajištěno speciálním konektorem na zadním panelu přístroje.

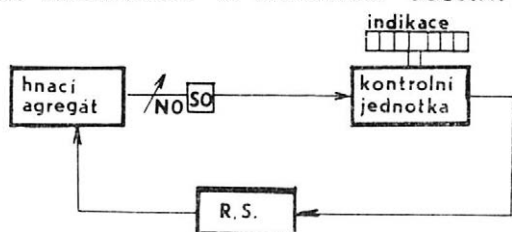
BLOKOVÉ SCHÉMA



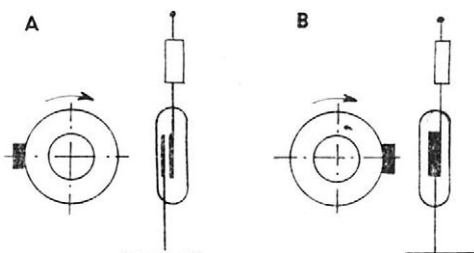
N - otáčky, P - převod, S - snímač

8. Indikátor poklesu otáček — Indicator of speed drop

ZAPOJENÍ INDIKÁTORU A REGULAČNÍ SOUSTAVY



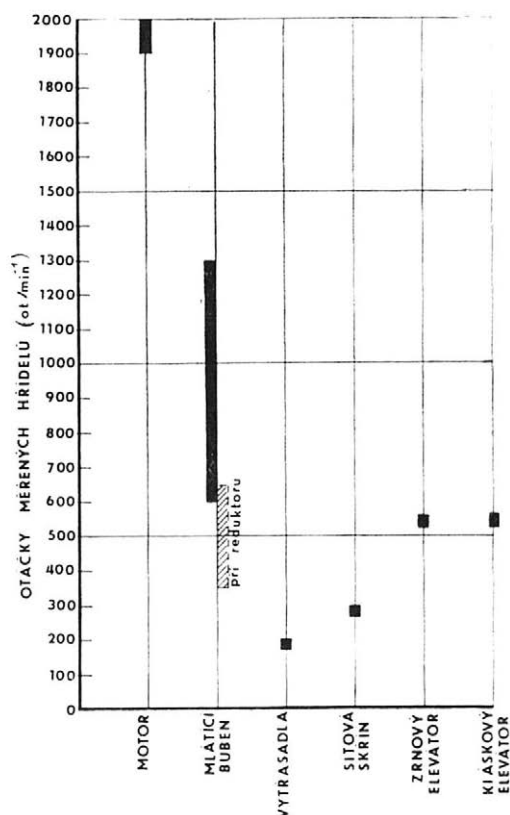
ZAPOJENÍ A FUNKCE SNÍMAČE



Přístroj se skládá celkem ze šesti měřicích kanálů s individuální indikací. Kanály 1—5 jsou určeny pro hnané hřídele, kanál 6 pro hnací agregát.

Nastavení indikátoru poklesu otáček (obr. 8).

Vlastní nastavení přístroje je poměrně jednoduché. Regulační potenciometry na čelním a zadním panelu nastavíme do polohy 1. Zapneme-li přístroj hlavním vypínačem, rozsvítí se kontrolní žárovka napájení. Je-li motor v klidu, bude šestým kanálem indikován pokles nominálních otáček periodickým rozsvěcováním signální lampy. Po spuštění motoru se nastaví pracovní otáčky motoru a potenciometrem šestého kanálu, umístěného na čelním panelu, se otáčí tak dlouho, až signalizační jednotka



9. Otáčky hřídelů pracovních orgánů sklízecí mlátičky — The speed of the shafts of the working elements in the harvester-thresher

pro hnací agregát zhasne. Mez poklesu se přesněji doladí potenciometrem na zadním panelu.

Po zhasnutí signalizační jednotky pro hnací agregát se rozsvítí zbývající signalizační lampy. Nastavují se obdobným způsobem jako u kanálu 6. Po správném nastavení jsou všechny signalizační jednotky zhasnuty.

Použití dvou nastavovacích potenciometrů je jen dočasným řešením u funkčního modelu vzhledem k nedostupnosti potřebného potenciometru.

LABORATORNÍ ZKOUŠKY INDIKÁTORU POKLESU OTÁČEK

Laboratorní zkoušky, které se dělaly ve VÚZT, měly ověřit jak funkční spolehlivost přístroje, tak i jeho odolnost vzhledem k některým rozhodujícím specifickým podmínkám zemědělského provozu, které se daly laboratorně nasimulovat.

Tak byla na vibračním stole sledována odolnost přístroje vůči otřesům a v klimatickém boxu pak teplotní stabilita přístroje. Je nutné po-

znamenat, že veškeré zkoušky se týkaly výhradně elektronické části přístroje bez ohledu na jeho skříň.

K funkčním zkouškám se použily dva elektromotory: elektromotor s konstantními otáčkami (zastupoval hnací agregát) a elektromotor s nastavitelnými otáčkami (zastupoval hnací hřídele). Permanentní magnety byly umístěny na hřídelích elektromotorů, snímače s vakuovými kontakty pak radiálně k elektromagnetům ve vzdálenosti 5–15 mm. Otáčky hnacího agregátu byly zpracovány a indikovány kanálem 6, otáčky hnacích hřídelů kanály 1–5.

Otáčky hnacího agregátu se pohybovaly kolem 1400 ot min⁻¹, otáčky pracovních hřídelů byly nastaveny v rozmezí od 50 do 1200 ot min⁻¹.

I. Ucpávání mláticího ústrojí – The clogging of the threshing unit

Podmínky zkoušek	Počet ucpání mláticího ústrojí v průběhu osmihodinové směny	
	sklízecí mlátička E-512 bez indikátoru poklesu otáček	sklízecí mlátička E-512 s indikátorem poklesu otáček
Pšenice o vlhkosti 20–22 %, výnosu 4,8 t ha ⁻¹ , s obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	4	1 (při počtu signalizací 12)
Pšenice o vlhkosti 14–16 %, výnosu 4,4 t ha ⁻¹ , bez obsahu zelených příměsí	1	0 (při počtu signalizací 7)
Ječmen o vlhkosti 24–25 % s obsahem zelených příměsí do 30 % (hmotnostních)	4	1 (při počtu signalizací 16)
Ječmen o vlhkosti 17 % s obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	2	0 (při počtu signalizací 9)

II. Výkonnost sklízecích mlátiček E-512 – The performance of the E-512 harvester-threshers

Podmínky zkoušek	Výkonnost za osmihodinovou směnu (t na směnu)	
	sklízecí mlátička E-512 bez indikátoru poklesu otáček	sklízecí mlátička E-512 s indikátorem poklesu otáček
Pšenice o vlhkosti 20–22 %, výnosu 4,8 t ha ⁻¹ a obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	19,8	22,6
Pšenice o vlhkosti 14–16 %, výnosu 4,4 t ha ⁻¹ bez obsahu zelených příměsí	28,4	32,2
Ječmen o vlhkosti 24–25 %, výnosu 3,9 t ha ⁻¹ a s obsahem zelených příměsí do 30 % (hmotnostních)	16,4	20,1
Ječmen o vlhkosti 17 %, výnosu 4,1 t ha ⁻¹ a s obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	23,5	25,1

Na všech měřicích kanálech se dal spolehlivě nastavit požadovaný rozsah otáček. Při seřízení jednotlivých kanálů na maximální citlivost byl spolehlivě indikován již pokles otáček o méně než 1 %.

Zkoušky potvrdily, že zařízení vyhovuje jak z hlediska funkční spolehlivosti, tak i z hlediska odolnosti vůči otřesům a tepelným vlivům.

PROVOZNÍ ZKOUŠKY INDIKÁTORU POKLESU OTÁČEK NA SKLÍZECÍ MLÁTIČCE

Zkoušky proběhly v souladu s metodikou. Při zkouškách byl funkční model indikátoru poklesu otáček nainstalován na sklízecí mlátičce E-512. Tolerance otáček hřídelů pracovních orgánů je znázorněna na obr. 9.

Otáčky hřídele mlátičího bubnu

Otáčky hřídele mlátičího bubnu se seřizují variátorem v širokém rozmezí — u sklízecí mlátičky E-512 od 603 do 1300 ot min⁻¹, při použitém reduktoru od 296 do 638 ot min⁻¹.

Při každé změně nastavení otáček mlátičího bubnu je zapotřebí seřídit hranici poklesu otáček.

Zkoušky ukázaly, že je třeba sledovat otáčky mlátičího bubnu, neboť v důsledku překračování okamžité průchodnosti se často ucpává celé mlátičí ústrojí. K ucpání mlátičího ústrojí dochází zejména při zpracování vlhké a značně zaplevelené hmoty.

Zkoušky také prokázaly, že indikátor poklesu otáček pomáhá předcházet ucpání mlátičího ústrojí, neboť při signalizaci poklesu otáček kombajnér zpomalí jezdovou rychlost. Výsledky porovnávacích zkoušek na pšenici a ječmenu jsou obsaženy v tab. I.

Z tab. I. je patrné, že u stroje s indikátorem se mlátičí ústrojí ucpalo pouze ve dvou případech. Čas na odstranění ucpání je 20 až 30 minut. Zajímavé je porovnání výkonnosti obou sledovaných strojů — jednoho s indikátorem, druhého bez něj, které uvádí tab. II.

Z tab. II. je patrné, že dochází-li k signalizaci poklesu otáček, získává kombajnér možnost pracovat se strojem na hranici výkonových možností. V opačném případě volí při opakovaném ucpání nižší jezdovou rychlost. Tím sice zabrání dalšímu ucpávání, ale zároveň snižuje výkonnost pod možnosti stroje.

U nejnovějších sklízecích mlátiček (např. E-516) je v prostoru kombajnéra otáčkoměr, který umožňuje sledovat otáčky mlátičího bubnu. Pracovní vytížení kombajnéra to však znemožňuje. Proto i v případě, že na mlátičce je otáčkoměr umístěn, ukazuje se z hlediska dosažení maximální výkonnosti stroje jako výhodné použít u hřídele mlátičího bubnu čidlo indikátoru poklesu otáček.

Otáčky hřídele vytrásadel

Snížení otáček hnacího hřídele vytrásadel vede nutně ke snížení jejich dopravní účinnosti a posléze k jejich ucpání. U této hřídele klesají otáčky zpravidla buď proto, že je nedostatečně napnutý hnací klínový řemen, nebo proto, že prostor nad vytrásadly je ucpán slámou (což je případ ojedinělý). To se stává zpravidla tehdy, když kombajnér uvolní mezeru mezi mlátičím bubnem a košem. To umožní překračovat nomi-

nální průchodnost stroje, což se může projevit ucpáním prostoru nad vytrásadly. Při našich sledováních tento případ nenastal. V průběhu sezóny došlo pouze ve dvou případech k signalizaci poklesu otáček, který byl způsoben uvolněným řemenem.

Otáčky hřídele čistidel

U tohoto hřídele klesají otáčky obdobně jako u hřídele vytrásadel zpravidla buď v důsledku nedostatečného zapnutí hnacího klínového řemenu, nebo v důsledku přetížení síťové skříně obilní hmotou, což je případ ojedinělý. Obdobně jako u vytrásadel může k tomuto případu docházet při překračování nominální průchodnosti stroje (při uvolněném koši mláticího ústrojí), kde čistidla nestačí zpracovat přiváděné zrna. Při našich sledováních se to nestalo. V průběhu sezóny došlo pouze ve třech případech k signalizaci poklesu otáček, který byl způsoben uvolněným řemenem.

Otáčky hřídele elevátoru

U sklízecí mlátičky E-512 má hřídel zrnového šneku 358 ot. min⁻¹. Tyto pracovní orgány jsou velmi citlivé na přetížení. K přetížení dochází poměrně často změnou poměru zrna ke slámě ve sklizené hmotě. Výnos zrna v jednotlivých úsecích dráhy stroje velmi kolísá; tyto odchylky se nejvíce projevují v přetěžování dopravního ústrojí zrna.

Výsledky porovnávacích zkoušek na pšenici a ječmenu jsou obsaženy v tab. III.

Z této tabulky je patrné, že se stroj s indikátorem pouze ve dvou případech ucpal (proti 15 případům ucpání stroje bez signalizace). Čas, ve kterém se ucpání odstraní, je 10 až 15 minut.

Otáčky hřídele kláskového elevátoru

Podle původního záměru mělo být toto čidlo umístěno na hnacím hřídeli neseného drtiče. Vzhledem k tomu, že nebylo možno v daných

III. Ucpání dopravního ústrojí zrna — The clogging of the grain-transport unit

Podmínky zkoušek	Počet ucpání dopravního ústrojí v průběhu osmihodinové směny			
	sklízecí mlátička E-512 bez indikátoru poklesu otáček		sklízecí mlátička E-512 s indikátorem poklesu otáček	
	šnek	elevátor	šnek	elevátor
Pšenice o vlhkosti 20–22 %, výnos 4,8 t ha ⁻¹ , s obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	3	2	0	1 (při počtu signalizací 5)
Pšenice o vlhkosti 14–16 %, výnosu 4,4 t ha ⁻¹ , bez obsahu zelených příměsí	1	1	0	0 (při počtu signalizací 3)
Ječmen o vlhkosti 24–25 %, s obsahem zelených příměsí do 30 % (hmotnostních)	5	1	1	0 (při počtu signalizací 6)
Ječmen o vlhkosti 17 %, výnos 4,1 t ha ⁻¹ s obsahem zelených příměsí do 10 % (hmotnostních)	2	0	0	0 (při počtu signalizací 1)

podmínkách slámu zaorat, nemohlo být čidlo u tohoto zařízení ověřeno. Proto jsme zvolili hnací hřídel kláskového elevátoru (358 ot. min^{-1}). I tady dochází často k ucpání sklízecí mlátičky — zejména v případech, kdy jsou špatně seřizena čistidla, tzn., kdy značná část zrna rotuje sklízecí mlátičkou a může ucpat elevátor. Při našich sledováních došlo v průběhu sezóny pouze ke třem případům signalizace poklesu otáček vzhledem k tomu, že čistící ústrojí bylo správně seřizeno.

DISKUSE

Dílčím úkolem této etapy bylo navrhnout a ověřit vhodný indikátor poklesu otáček hřídelů pracovních orgánů sklízecích mlátiček. Přitom je zapotřebí zdůraznit, že funkční model se liší od obdobných přístrojů používaných v zahraničí.

Přesto, že přístroj byl konstruován pro použití na sklízecích mlátičkách, je možné jej využít v mnohem širším měřítku. Indikátor poklesu otáček lze využít u většiny sklízňových strojů v rostlinné výrobě. Výsledky zkoušek s navrženým a zhotoveným funkčním modelem jsou natolik pozitivní, že opravňují k rozhodnutí o výrobě ověřovací série.

ZÁVĚR

Indikátor umožňuje vyhodnocovat a indikovat pokles otáček pod předem nastavenou mez v závislosti na otáčkách hnacího agregátu. Navržená konstrukce vyhovuje pro indikaci poklesu otáček hlavních hřídelů pracovních orgánů sklízecích mlátiček. I když byl přístroj ověřen pouze u sklízecí mlátičky, je pravděpodobné, že jej lze využít také u jiných strojů.

Laboratorní zkoušky potvrdily, že zařízení vyhovuje jak z hlediska funkční spolehlivosti, tak i z hlediska odolnosti vůči otřesům a tepelným vlivům.

Přístroj byl ověřen na sklízecí mlátičce E-512, kde byl sledován pokles otáček hřídelů těchto pracovních orgánů: mláticí ústrojí, separační ústrojí, čistící ústrojí, dopravní ústrojí zrna, dopravní ústrojí klásků.

Je žádoucí sledovat zejména otáčky mláticího bubnu, neboť v důsledku překračování okamžité průchodnosti se často ucpává celé mláticí ústrojí. Jestliže je signalizován pokles otáček, získává kombajnér možnost pracovat se strojem na hranici výkonnostních možností. V opačném případě volí při opakovaném ucpání nižší pojezdovou rychlost (tím klesá výkonnost stroje).

Indikátor poklesu otáček hlavních pracovních orgánů sklízecích mlátiček se ukazuje jako zařízení účelné a potřebné k dosažení optimální výkonnosti a k odstranění ztrátových časů na technologické prostoje.

Literatura

MALEŘ, J.: Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky podle indikovaných ztrát zrna. [Dílčí zpráva Z-1022.] Praha - Řepy, Výzk. ústav zem. techniky 1973. 45 s.

MALEŘ, J.: Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky podle indikovaných ztrát zrna. [Dílčí zpráva Z-1190.] Praha - Řepy, Výzk. ústav zem. techniky 1975. 40 s. Firemní dokumentace: HESSEL, 5628 Heiligenhaus, Brügelweg 2, NSR. RDS, Woodchester, Stroud, Glos, Velká Británie. DICKEY JOHN, Auburn, Illinois 62615, USA.

Došlo dne 9. 1. 1980

МАЛЕРЖ, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Индикатор понижения числа оборотов рабочих валов у зерновых комбайнов. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6) : 329-342.

Индикатор понижения числа оборотов был сконструирован в качестве контрольной единицы с собственной аудиовизуальной индикацией и с возможностью подключения к регулирующей системе. Он позволяет обработать и определить сокращение числа оборотов под заранее отрегулированную границу в зависимости от числа оборотов приводного агрегата и представляет собой один из приборов, позволяющих выполнить конечную цель, т.е. разработку автоматической регуляции скорости передвижения зернового комбайна. Прибор был сконструирован для применения в зерновом комбайне, хотя его возможности использования бывают гораздо шире — предполагается, что разработка будет направлена на универсальные приборы — легкопереставляемые в течение года с одного типа передвижной машины на другой. Лабораторные и полевые производственные испытания индикатора сокращения числа оборотов показали его хорошие функциональные свойства. Прибор проверялся на зерновом комбайне E-512, где изучалось сокращение числа оборотов валов следующих рабочих органов: молотильного, сепарирующего, очищающего, транспортного устройства зерна, транспортного устройства колосков. Индикатор сокращения числа оборотов — устройство зернового комбайна, целесообразное и необходимое для оптимальной производительности и для устранения технологических простоев.

контрольная единица; аудиовизуальная индикация; регуляционная система; автоматическая регуляция

MALEŘ, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *An Indicator of Speed Drop in the Working Shafts of Harvester-threshers*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6) : 329-342.

The indicator of speed drop was developed as a monitoring unit with its own audio-visual indication and with the possibility of connection to the control system. It enables the evaluation and indication of speed drop below the limit determined in advance, as depending on the speed of the driving aggregate. The indicator is one of the devices which enable the achievement of the final objective: design of the automatic control of the travel speed of the harvester-thresher. The apparatus is designed to be used on a harvester-thresher, but the scope of its use is much wider; it is expected that development will be aimed at the production of general-purpose devices, readily transferable from machine to machine during the year. The laboratory and field-operation tests of the indicator of speed drop demonstrated its good functional properties. The apparatus was checked on the E-512 harvester-thresher where the speed drop of the shafts of the following working units was observed: threshing unit, separation unit, cleaning unit, grain-transport and spikelet-transport units. The indicator of speed drop appears to be suitable and necessary for securing the optimal performance of a harvester-thresher and for removing idle times caused by technological problems.

monitoring unit; audiovisual indication; control system; automatic control

Adresa autora:

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

VYVÁŽENÍ ČIDLA TRIBOMETRU PRO AGROBIOLOGICKÉ MATERIÁLY

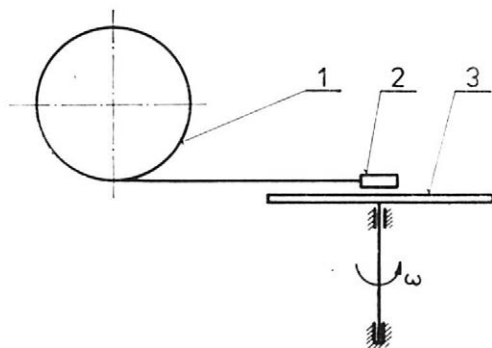
V. Sedláček

SEDLÁČEK, V. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Vyvážení čidla tribometru pro agrobiologické materiály*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6): 343–357.

V článku se pojednává o statistickém vyvážení kotouče o malé axiální délce, který je upevněn na vodorovném torzním vlákně. Kotouč je částí čidla, které bylo použito k měření tribologických vlastností některých biologických materiálů. Obecná metoda je doplněna numerickou metodou, která umožňuje řešení na malém programovatelném kalkulátoru. Obě metody byly ověřeny na konkrétním případě na základě běžných technických měření. Obě metody jsou obecné a lze jich užít všude tam, kde se jedná o statické vyvažování rotorů o malé axiální délce.

statické vyvažování; tribologické vlastnosti

K měření koeficientu smykového tření za pohybu agrobiologických materiálů byl navržen a zkonstruován tribometr, jehož základní část tvoří čidlo, kterým se určují třecí síly. Základ čidla tvoří kotouč o malé axiální délce, který je uložen na torzním vlákně. V pracovní poloze leží kotouč ve vertikální rovině (obr. 1), vyšetřovaný vzorek je umístěn na rotoru tribometru ležícím v horizontální rovině.



1. Schéma měřicího zařízení — A diagram of measuring equipment
1 — kotouč uložený na vodorovném torzním vlákně; 2 — měřený vzorek; 3 — rotor tribometru

Při cejchování čidla, u kterého napětí v torzním vlákně nepřestoupilo mez úměrnosti, vykazovala stupnice značnou nelinearitu. Bylo konstatováno, že jednou z možností vzniku této nelinearity je nevyvážení kotouče. Proto bylo uložení kotouče upraveno tak, že jej

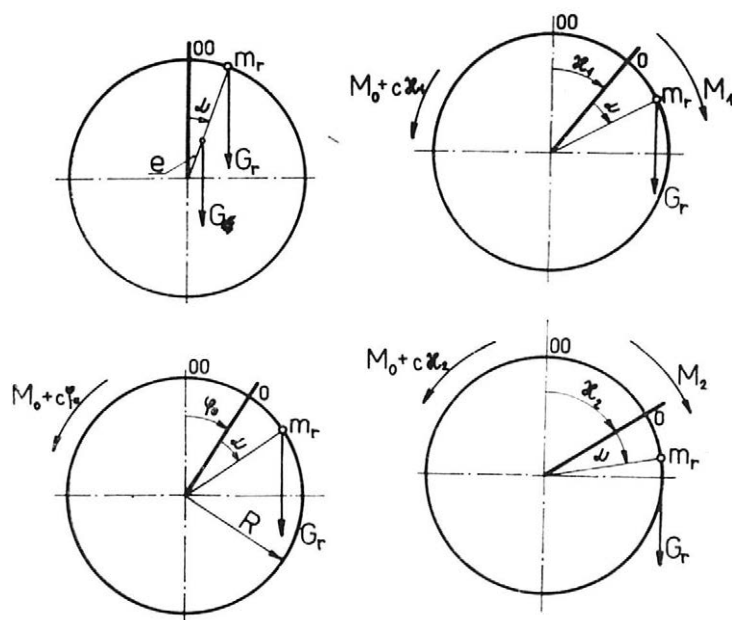
bylo možno překlápet z vertikální roviny do roviny horizontální. Při překlopení se kotouč vychýlil a tím se potvrdilo, že je nevyvážený. Protože špatné vyvážení mohlo vzniknout při jeho montáži, bylo rozhodnuto vyvážit kotouč přímo na torzním vlákně.

Pro tento způsob vyvážení bylo vypracováno několik metod, z nichž relativně nejpresnější a nejvhodnější je metoda přídavných dvojic.

METODA PŘÍDAVNÝCH DVOJIC

Princip této metody je tento:

1. Kotouč je umístěn v rámu na torzním vlákně tak, že leží v horizontální rovině (obr. 2a); po jeho přemístění do vertikální roviny se změří úhel pootočení φ_0 (obr. 2b);
2. připojí se silová dvojice M_1 a změří se úhel pootočení α_1 (obr. 2c);
3. připojí se silová dvojice M_2 a změří se úhel pootočení α_2 (obr. 2d).



2. Výchylky kotouče vyvolané nevyvážením a přídavnými silovými dvojicemi — Deviations of the disk due to incomplete balancing and attached force couples

Připojované dvojice nesmějí přesáhnout hodnotu, při které by se torzní vlákno namáhalo nad mezi úměrnosti. Pro kontrolu měření je možné připojovat dvojice M_1 a M_2 v opačném smyslu, tj. připojit závažíčka na opačnou stranu kotouče.

OBEČNÉ ZÁVISLOSTI

Při početním řešení problému vyjdeme z těchto předpokladů:

1. Při počáteční montáži kotouče vznikne ve vlákně silová dvojice M_0 . Tato dvojice má být co nejmenší, protože zmenšuje rozsah použitelného měřicího intervalu, který je shora omezen mezí úměrnosti materiálu, ze kterého je vyrobeno torzní vlákno.

2. Závislost úhlu nakroucení torzního vlákna na zatěžovací silové dvojici je v oblasti měření lineární a platí $M = c\varphi$.

Obecná statická formulace problému je

$$G_2 e \sin (\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 - M_0 = 0$$

kde: e — excentricita kotouče

G_2 — tíha kotouče

c — torzní tuhost vlákna

M_0 — silová dvojice vzniklá při montáži a napínání vlákna

φ_0 — úhel charakterizující výchylku kotouče při jeho překlapaní z horizontální do vertikální polohy

α — úhel mezi průvodičem počáteční polohy a průvodičem tíhy

Zavedeme-li

$$G_2 e = R m_r g = G_r R$$

kde: R — poloměr kotouče

m_r — hmotnost kotouče, redukována na jeho obvod

G_r — tíha kotouče, redukována na jeho obvod

bude

$$m_r g R \sin (\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 - M_0 = 0 \quad (1)$$

Tato závislost platí pro kotouč ležící ve vertikální rovině a vykazuje proti horizontální rovině výchylku určenou úhlem φ_0 (obr. 2b).

$$m_r g R \sin (\kappa_1 + \alpha) + M_1 - c\kappa_1 - M_0 = 0 \quad (2)$$

Tato závislost platí pro případ, kdy na obvodě kotouče je upevněno vlákno, na kterém je zavěšeno závažíčko vyvolávající silovou dvojici M_1 (obr. 2c).

$$m_r g R \sin (\kappa_2 + \alpha) + M_2 - c\kappa_2 - M_0 = 0 \quad (3)$$

Získaný vztah platí pro případ, kdy bylo připojeno závažíčko, které vyvolává známou dvojici M_2 (obr. 2d).

Připojíme-li závažíčko, které vyvolá známou dvojici M_3 , získáme vztah

$$m_r g R \sin (\kappa_3 + \alpha) + M_3 - c\kappa_3 - M_0 = 0 \quad (4)$$

V rovnicích (1) — (4) jsou neznámé veličiny: m_r , c , M_0 , α . Zavedme označení

$$\begin{aligned} \varphi_0 + \alpha &= \varphi & \kappa_2 + \alpha &= \beta \\ \kappa_1 + \alpha &= \kappa & \kappa_3 + \alpha &= \gamma & m_r g R &= K \end{aligned}$$

a získáme rovnice (1) — (4) ve tvaru

$$\begin{aligned} K \sin \varphi - M_0 - c\varphi_0 &= 0 \\ K \sin \kappa - M_0 - c\kappa_1 &= -M_1 \\ K \sin \beta - M_0 - c\kappa_2 &= -M_2 \\ K \sin \gamma - M_0 - c\kappa_3 &= -M_3 \end{aligned}$$

Dále označíme

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= A & \sin \kappa &= B & \sin \beta &= D & \sin \gamma &= E \\ \kappa_1 &= F & \kappa_2 &= G & \kappa_3 &= H & \varphi_0 &= J \end{aligned}$$

a máme

$$AK - c\mathcal{F} - M_0 = 0 \quad (5)$$

$$BK - cF - M_0 = -M_1 \quad (6)$$

$$DK - cG - M_0 = -M_2 \quad (7)$$

$$EK - cH - M_0 = -M_3 \quad (8)$$

K řešení soustavy rovnic (5) až (8) bylo použito Gaussovy eliminační metody, ale výsledky byly neuspokojivé. Získané výrazy byly značně složité a pro praxi naprosto nevhodné. Aby se dosáhlo zjednodušení, bylo navrženo určit tuhost torzního vlákna c měřením, při kterém by byl kotouč uložen v horizontální rovině. Např. z doby kyvu, nebo zatěžováním závažíčky o známé hmotnosti. Známe-li hodnotu tuhosti torzního vlákna, je možné vypustit jednu z rovnic a řešení se podstatně zjednoduší. Pro méně přesná měření je možné určit tuhost torzního vlákna výpočtem na základě jeho rozměrů a modulu pružnosti ve smyku materiálu, ze kterého je torzní vlákno vyrobeno.

Pro známou tuhost vlákna c použijeme rovnice tvaru

$$AK - M_0 = z_1 \quad (9)$$

$$BK - M_0 = z_2 \quad (10)$$

$$DK - M_0 = z_3 \quad (11)$$

$$\text{kde: } z_1 = c\mathcal{F} \quad z_2 = cF - M_1 \quad z_3 = cG - M_2$$

Odečtením (9), (10) a (10), (11) získáme

$$AK - BK = z_1 - z_2 \quad (12)$$

$$BK - DK = z_2 - z_3 \quad (13)$$

Odtud určíme (12)

$$BK = AK + z_2 - z_1$$

Z výrazu (13) určíme

$$K = \frac{z_2 - z_3}{B - D} \quad (14)$$

Ze vztahů (12), (13) po úpravě získáme

$$A(z_2 - z_3) + D(z_1 - z_2) = B(z_1 - z_3)$$

Označíme-li

$$z_2 - z_3 = Z_1$$

$$z_3 - z_1 = Z_2$$

$$z_2 - z_1 = Z_3$$

můžeme na základě dřívějšího označení pro A , B , D psát

$$Z_1 \sin \varphi + Z_2 \sin \kappa = Z_3 \sin \beta \quad (15)$$

Po dosazení za φ , κ , β bude

$$Z_1 \sin (\varphi_0 + \alpha) + Z_2 \sin (\kappa_1 + \alpha) = Z_3 \sin (\kappa_2 + \alpha)$$

ale také

$$Z_1 (\sin \varphi_o \cos \alpha + \cos \varphi_o \sin \alpha) + Z_2 (\sin \kappa_1 \cos \alpha + \cos \kappa_1 \sin \alpha) = \\ = Z_3 (\sin \kappa_2 \cos \alpha + \cos \kappa_2 \sin \alpha)$$

Dělíme-li celou rovnici výrazem $\cos \alpha$, máme

$$Z_1 (\sin \varphi_o + \cos \varphi_o \operatorname{tg} \alpha) + Z_2 (\sin \kappa_1 + \cos \kappa_1 \operatorname{tg} \alpha) = Z_3 (\sin \kappa_2 + \cos \kappa_2 \operatorname{tg} \alpha)$$

a dále

$$Z_1 \cos \varphi_o \operatorname{tg} \alpha + Z_2 \cos \kappa_1 \operatorname{tg} \alpha - Z_3 \cos \kappa_2 \operatorname{tg} \alpha = Z_3 \sin \kappa_2 - Z_2 \sin \kappa_1 - Z_1 \sin \varphi_o$$

Odtud určíme

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z_3 \sin \kappa_2 - Z_2 \sin \kappa_1 - Z_1 \sin \varphi_o}{Z_1 \cos \varphi_o + Z_2 \cos \kappa_1 - Z_3 \cos \kappa_2} \quad (16)$$

Po dosazení za Z_1, Z_2, Z_3 získáme

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(z_2 - z_1) \sin \kappa_2 - (z_3 - z_1) \sin \kappa_1 - (z_2 - z_3) \sin \varphi_o}{(z_2 - z_3) \cos \varphi_o + (z_3 - z_1) \cos \kappa_1 - (z_2 - z_1) \cos \kappa_2}$$

Protože

$$\begin{aligned} z_1 &= c\mathcal{F} = c\varphi_o \\ z_2 &= cF - M_1 = c\kappa_1 - M_1 \\ z_3 &= cG - M_2 = c\kappa_2 - M_2 \end{aligned}$$

ale také

$$\begin{aligned} z_2 - z_1 &= c\kappa_1 - M_1 - c\varphi_o = c(\kappa_1 - \varphi_o) - M_1 \\ z_3 - z_1 &= c\kappa_2 - M_2 - c\varphi_o = c(\kappa_2 - \varphi_o) - M_2 \\ z_2 - z_3 &= c\kappa_1 - M_1 - (c\kappa_2 - M_2) = c(\kappa_1 - \kappa_2) - M_1 + M_2 \end{aligned}$$

bude

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{[c(\kappa_1 - \varphi_o) - M_1] \sin \kappa_2 - [c(\kappa_2 - \varphi_o) - M_2]}{[c(\kappa_1 - \kappa_2) - M_1 + M_2] \cos \varphi_o + [c(\kappa_2 - \varphi_o) - M_2]} \\ \frac{\sin \kappa_1 - [c(\kappa_1 - \kappa_2) - M_1 + M_2] \sin \varphi_o}{\cos \kappa_1 - [c(\kappa_1 - \varphi_o) - M_1] \cos \kappa_2} \quad (17)$$

Získaný výraz určuje polohu nevývažku.

Podobně určíme konstantu K (13), ze které je možné stanovit hmotnost nevývažku.

Máme

$$K = \frac{z_2 - z_3}{B - D} = \frac{c\kappa_1 - M_1 - (c\kappa_2 - M_2)}{\sin \kappa - \sin \beta}$$

kde: $\sin \kappa - \sin \beta = \sin (\kappa_1 + \alpha) - \sin (\kappa_2 + \alpha)$

a tedy

$$K = \frac{c(\kappa_1 - \kappa_2) - M_1 + M_2}{\sin (\kappa_1 + \alpha) - \sin (\kappa_2 + \alpha)} \quad (18)$$

Konstantu K můžeme pro kontrolu přesnosti měření stanovit i ve tvaru

$$K = \frac{c(\varphi_0 - \alpha_1) + M_1}{\sin(\varphi_0 + \alpha) - \sin(\alpha_1 + \alpha)} \quad (19)$$

Podobně získáme výraz pro počáteční silovou dvojici M_0 , pro kterou platí

$$M_0 = AK - z_1$$

Po dosazení

$$M_0 = AK - c\varphi_0 = K \sin \varphi - c\varphi_0$$

a dále

$$M_0 = K \sin(\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0$$

MĚŘENÍ

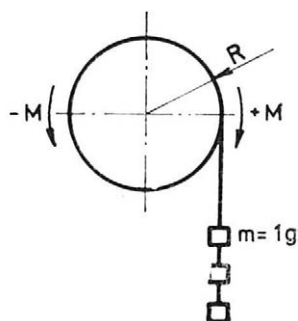
Pro kontrolu navržené metody a pro její zhodnocení jsme měřili na kotouči upevněném v rámu na torzním vlákně za těchto podmínek:

materiál kotouče: organické sklo

poloměr kotouče: $R = 0,150$ m

hmotnost kotouče: $m = 0,425$ kg

torzní tuhost vlákna: $c = 0,00013$ Nm/°



Měřili jsme tak, že na obvodu kotouče bylo upevněno vlákno, na které byla zavěšována závažíčka o hmotnosti 1 g (obr. 3). Těmito závažíčky byly vyvozovány příslušné silové dvojice. Kotouč jsme zatěžovali v obou směrech.

Naměřené a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. I.

Celkem jsme uskutečnili šest měření, tři pro zatěžování v kladném smyslu, tři pro zatěžování ve smyslu záporném.

ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

3. Zatěžování kotouče a torzního vlákna přídavnými silovými dvojicemi — Load of the disk and torsion fiber by attached force couples

Výraz pro určení úhlu α byl naprogramován pro programovatelný kalkulátor TEXAS INSTRUMENTS SR 56. Program je uveden v tab. II.

Zařazení jednotlivých známých veličin do příslušných pamětí je patrné z dalšího textu.

Pro kontrolu programu, kterou jsme dělali třemi způsoby, byly zvoleny hodnoty uvedené v tab. III.

Po dosažení výrazu (17) bude

$$\operatorname{tg} = \frac{(90 - 1) - (90 - 2)}{-1 + 2} = 1$$

$$\alpha = 45^\circ$$

I. Hodnoty naměřené na kotouči upevněném v rámu na torzním vlákne – The values obtained in a disk fixed in the frame on a torsion fiber

Měření	I	II	III	IV	V	VI
$\kappa_1 (^{\circ})$	2,7	2,7	13,30	-17,90	-17,90	-28,9
$\kappa_2 (^{\circ})$	13,30	24,30	24,30	-28,1	-37,8	-37,8
$M_1 (Nm)$	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015
$M_2 (Nm)$	0,0030	0,0045	0,0045	- 0,0030	- 0,0045	- 0,0045
$\varphi_1 (^{\circ})$	-7,5	-7,5	-7,5	- 7,5	- 7,5	- 7,5
$c (Nm/^{\circ})$	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013
$\alpha (^{\circ})$	242,09	240,39	239,15	242,92	254,19	241,58

II. Program uro určení úhlu α – A program to determine the angle α

0	(	RCL	5	X	(
5	RCL	0	—	RCL	4
10	)	—	RCL	2	)
15	STO	6	X	RCL	1
20	sin	—	(	RCL	5
25	X	(	RCL	1	—
30	RCL	4	)	—	RCL
35	3	)	STO	7	X
40	RCL	0	sin	—	(
45	RCL	5	X	(	RCL
50	0	—	RCL	1	)
55	—	RCL	2	+	RCL
60	3	)	STO	8	X
65	RCL	4	sin	)	÷
70	(	RCL	8	X	RCL
75	4	cos	+	RCL	7
80	X	RCL	0	cos	—
85	RCL	6	X	RCL	1
90	cos	)	=	INV	tg
95	R/S	RST			

III. Kontrola programu — A check-up of the program

STO	Veličina	Hodnota		
		a	b	c
0	α_1	90	—	90
1	α_2	90	90	—
2	M_1	1	1	1
3	M_2	2	3	3
4	φ_0	—	90	—
5	c	1	1	1

KONTROLA VELIČINY K

Veličinu K jsme kontrolovali jednak na základě rovnic

$$\begin{aligned} AK - M_0 &= z_1 \\ BK - M_0 &= z_2 \end{aligned}$$

Z těchto rovnic byla určena veličina K ve tvaru

$$K = \frac{z_1 - z_2}{A - B}$$

jednak na základě rovnic

$$\begin{aligned} BK - M_0 &= z_2 \\ DK - M_0 &= z_3 \end{aligned}$$

Odtud byla určena veličina K ve tvaru

$$K = \frac{z_2 - z_3}{B - D}$$

Po dosazení za veličiny A, B, D, z_1, z_2, z_3 získáme veličinu K ve tvarech

$$\begin{aligned} K &= \frac{c(\varphi_0 - \alpha_1) + M_1}{\sin(\varphi_0 + \alpha) - \sin(\alpha_1 + \alpha)} \\ K &= \frac{c(\alpha_1 - \alpha_2) - M_1 + M_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha) - \sin(\alpha_2 + \alpha)} \end{aligned}$$

Poznámka: Při určování úhlu α na kalkulátoru TEXAS INST. SR 56 se vyšetřuje úhel α z kladné hodnoty jako $\arctg \alpha$. Není tedy jednoznačně určen. Polohu nevývažku určuje buď úhel α nebo úhel $180 + \alpha$. Výpočet je nutné doplnit úvahou o poloze nevývažku na základě úhlu φ_0 .

Konstantu $K = m_{rg}R$, která umožňuje výpočet velikosti hmotnosti vývažku, určíme na základě výrazů (18), (19), stanovených při kontrole; potom vychází

$$\begin{aligned} K &= 0,0019392 \text{ Nm} \\ K &= 0,0019392 \text{ Nm} \end{aligned}$$

při použití obou výrazů. Při výpočtu této veličiny byly použity tyto naměřené a vypočtené hodnoty:

κ_1	2,7	°	φ_0	-7,5	°
κ_2	13,3	°	c	0,00013	Nm/°
M_1	0,0015	Nm	α	62,09	°
M_2	0,0030	Nm			

Na základě hodnoty veličiny K byla určena redukovaná hmotnost vývažku (nevývažku), která pro daný případ činí

$$m_r = \frac{K}{g R} = 0,001317 \text{ kg}$$

Počáteční silová dvojice, vzniklá při napínání a upevňování torzního vlákna, byla pro kontrolu stanovena ze dvou výrazů takto:

$$\begin{aligned} M_0 &= K \sin(\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 \\ M_0 &= -0,000605 \text{ Nm} \\ M_0 &= K \sin(\kappa_1 + \alpha) - c\kappa_1 + M_1 \\ M_0 &= -0,0006055 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Tato dvojice nepříznivě ovlivňuje rozsah měřicího intervalu, ať je kladná nebo záporná. Je nutné ji brát v úvahu při určování měřicího intervalu výpočtem.

Protože funkce získaná pro výpočet polohy nevývažku je v daném místě strmá a hodnoty stanovené na jejím základě jsou citlivé na změřené hodnoty, byla uskutečněna ještě další kontrola tím způsobem, že hodnoty výsledků získaných výpočtem byly dosaženy do jedné z výchozích rovnic

$$K \sin(\varphi_0 + \alpha) - M_0 = c\varphi_0$$

Ze získaného výsledku $-0,000975 = -0,000975$ je možné soudit, že v daném případě je chyba menší než 10^{-6} . Tím byla potvrzena použitelnost získaných výsledků, které jsou pro daný případ vyhovující.

NUMERICKÉ ŘEŠENÍ

Celý problém je možné vyšetřovat bez znalosti obecných závislostí a bez určování konstanty torzní tuhosti c vlákna. K tomu je zapotřebí číslcový počítač nebo i kalkulačor T I 58. Předpokladem pro řešení na kalkulačoru je znalost matice soustavy lineárních rovnic a znalost příslušného sloupcového vektoru.

Vydeme ze základní mechanické formulace statického vyvážení kotouče, pro kterou byly stanoveny tyto podmínky

$$\begin{aligned} m_r g R \sin(\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 - M_0 &= 0 \\ m_r g R \sin(\kappa_1 + \alpha) - c\kappa_1 - M_0 + M_1 &= 0 \\ m_r g R \sin(\kappa_2 + \alpha) - c\kappa_2 - M_0 + M_2 &= 0 \\ m_r g R \sin(\kappa_3 + \alpha) - c\kappa_3 - M_0 + M_3 &= 0 \end{aligned}$$

Tato soustava rovnic je nelineární a obsahuje čtyři neznámé: m_r , α , c , M_0 . Zavedeme nové proměnné za předpokladu, že $m_r \neq 0$, potom bude

$$\frac{c}{m_r} = x_1; \frac{M_o}{m_r} = x_2; \frac{1}{m_r} = x_3$$

označíme $gR = K_1$ a máme

$$\begin{aligned} K_1 \sin(\varphi_o + a) - \varphi_o x_1 - x_2 &= 0 \\ K_1 \sin(\kappa_1 + a) - \kappa_1 x_1 - x_2 + M_1 x_3 &= 0 \\ K_1 \sin(\kappa_2 + a) - \kappa_2 x_3 - x_2 + M_2 x_3 &= 0 \\ K_1 \sin(\kappa_3 + a) - \kappa_3 x_1 - x_2 + M_3 x_3 &= 0 \end{aligned}$$

Na základě goniometrických vztahů můžeme psát:

$$\begin{aligned} \sin(\varphi_o + a) &= \sin \varphi_o \cos a + \cos \varphi_o \sin a \\ \sin(\kappa_1 + a) &= \sin \kappa_1 \cos a + \cos \kappa_1 \sin a \\ \sin(\kappa_2 + a) &= \sin \kappa_2 \cos a + \cos \kappa_2 \sin a \\ \sin(\kappa_3 + a) &= \sin \kappa_3 \cos a + \cos \kappa_3 \sin a \end{aligned}$$

Po dosazení těchto výrazů do původních rovnic bude

$$\begin{aligned} K_1 \sin \varphi_o \cos a + K_1 \cos \varphi_o \sin a - \varphi_o x_1 - x_2 &= 0 \\ K_1 \sin \kappa_1 \cos a + K_1 \cos \kappa_1 \sin a - \kappa_1 x_1 - x_2 + M_1 x_3 &= 0 \\ K_1 \sin \kappa_2 \cos a + K_1 \cos \kappa_2 \sin a - \kappa_2 x_1 - x_2 + M_2 x_3 &= 0 \\ K_1 \sin \kappa_3 \cos a + K_1 \cos \kappa_3 \sin a - \kappa_3 x_1 - x_2 + M_3 x_3 &= 0 \end{aligned}$$

Dále zavedeme

$$\cos a = x_4 \quad \sin a = x_5$$

a označíme

$$\begin{aligned} K_1 \sin \varphi_o &= A_1 & K_1 \cos \varphi_o &= B_1 \\ K_1 \sin \kappa_1 &= C_1 & K_1 \cos \kappa_1 &= D_1 \\ K_1 \sin \kappa_2 &= E_1 & K_1 \cos \kappa_2 &= G_1 \\ K_1 \sin \kappa_3 &= H_1 & K_1 \cos \kappa_3 &= K_2 \end{aligned}$$

potom bude

$$\begin{aligned} A_1 x_4 + B_1 x_5 - \varphi_o x_1 - x_2 &= 0 \\ D_1 x_4 + D_1 x_5 - \kappa_1 x_1 - x_2 + M_1 x_3 &= 0 \\ E_1 x_4 + G_1 x_5 - \kappa_2 x_1 - x_2 + M_2 x_3 &= 0 \\ H_1 x_4 + K_2 x_5 - \kappa_3 x_1 - x_2 + M_3 x_3 &= 0 \end{aligned}$$

ale také

$$x_4^2 + x_5^2 = 1$$

Všechny členy hořejší lineární soustavy rovnic vynásobíme konstantou k tak, že získáme nové neznámé veličiny

$$\begin{aligned} x_1^+ &= kx_1 & x_4^+ &= kx_4 \\ x_2^+ &= kx_2 & x_5^+ &= kx_5 \\ x_3^+ &= kx_3 \end{aligned}$$

a získáme soustavu čtyř lineárních rovnic ve tvaru

$$\begin{aligned} A_1 x_4^+ + B_1 x_5^+ - \varphi_o x_1^+ - x_2^+ &= 0 \\ C_1 x_4^+ + D_1 x_5^+ - \kappa_1 x_1^+ - x_2^+ + M_1 x_3^+ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1x_4^+ + G_1x_5^+ - x_2^+ + M_2x_3^+ &= \varnothing \\ H_1x_4^+ + K_2x_5^+ - x_3^+ + x_2^+ + M_3x_3^+ &= \varnothing \end{aligned}$$

Pro tuto soustavu čtyř lineárních rovnic s pěti neznámými můžeme zavést

$$x_1^+ = kx = 1$$

Takto získáme novou soustavu rovnic ve tvaru

$$\begin{aligned} A_1x_4^+ + B_1x_5^+ - x_2^+ &= \varphi_0 \\ C_1x_4^+ + D_1x_5^+ - x_2^+ + M_1x_3^+ &= x_1 \\ E_1x_4^+ + G_1x_5^+ - x_2^+ + M_2x_3^+ &= x_2 \\ H_1x_4^+ + K_2x_5^+ - x_2^+ + M_3x_3^+ &= x_3 \end{aligned}$$

Soustavu lineárních rovnic tohoto typu můžeme řešit na kalkulátoru TI 58 na základě ML 02.

Matice soustavy a sloupcový vektor jsou tyto

$$\left\| \begin{array}{cccc} A_1 & B_1 & -1 & \varnothing \\ C_1 & D_1 & -1 & M_1 \\ E_1 & G_1 & -1 & M_2 \\ H_1 & K_2 & -1 & M_3 \end{array} \right\| \left\| \begin{array}{c} \varphi_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{array} \right\|$$

Výpočtem na kalkulátoru získáme neznámé veličiny x_2^+ , x_3^+ , x_4^+ , x_5^+ . S použitím rovnice $x_4^2 + x_5^2 = 1$ a dosazením $x_4^+ = kx_4$, $x_5^+ = kx_5$ získáme $\left(\frac{x_4^+}{k}\right)^2 = \left(\frac{x_5^+}{k}\right)^2 = 1$ a určíme konstantu

$$k = \pm \sqrt{x_4^{+2} + x_5^{+2}}$$

Na základě této konstanty určíme neznámé

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{1}{\pm k} & x_4 &= \frac{x_4^+}{\pm k} \\ x_2 &= \frac{x_2^+}{\pm k} & x_5 &= \frac{x_5^+}{\pm k} \\ x_3 &= \frac{x_3^+}{\pm k} \end{aligned}$$

ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

Na základě hodnot naměřených pro předešlý případ

φ_0	— 7,5	°	M_1	0,0015	Nm
x_1	2,7	°	M_2	0,0030	Nm
x_2	13,3	°	M_3	0,0045	Nm
x_3	24,3	°	R	0,150	m

byly určeny konstanty

A_1	$K_1 \sin \varphi_0$	-0,192069
B_1	$K_1 \cos \varphi_0$	1,458911
C_1	$K_1 \sin \kappa_1$	0,069317
D_1	$K_1 \cos \kappa_1$	1,469866
E_1	$K_1 \sin \kappa_2$	0,338518
G_1	$K_1 \cos \kappa_2$	1,432032
H_1	$K_1 \sin \kappa_3$	0,605543
K_2	$K_1 \cos \kappa_3$	1,341129

kde: $K_1 = gR = 1,4715 \text{ (m}^2 \text{ s}^{-2}\text{)}$

Po dosazení konkrétních hodnot budou matice soustavy a sloupcový vektor ve tvaru

$$\begin{pmatrix} -0,192069 & 1,458911 & -1 & 0 \\ 0,069317 & 1,469866 & -1 & 0,0015 \\ 0,338517 & 1,432032 & -1 & 0,0030 \\ 0,605543 & 1,341129 & -1 & 0,0045 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -7,5 \\ 2,7 \\ 13,3 \\ 24,3 \end{pmatrix}$$

Determinant této soustavy je $D = 0,000007813$.

Dalším řešením byly získány hodnoty

$$\begin{aligned} x_4^+ &= 3,28662 & x_2^+ &= -4,32419 \\ x_5^+ &= -7,67219 & x_3^+ &= 6283,3 \end{aligned}$$

Na základě stanovených výsledků byla určena konstanta $k = \pm 8,3465$ a na základě této konstanty byly určeny neznámé veličiny

$$\begin{aligned} x_4 &= 0,39377 & x_5 &= 0,91920 & x_2 &= 0,51828 \\ x_3 &= 752,804 & x_1 &= 0,11981 \end{aligned}$$

$$\text{Protože } x_3 = \frac{1}{m_r}$$

bude

$$\begin{aligned} m_r &= 0,001328 \text{ kg} \\ M_o &= x_2 m_r = 0,0006882 \text{ Nm} \\ c &= x_1 m_r = 0,000159 \text{ Nm/}^\circ \\ a &= \arccos x_4 = 66,8^\circ \\ a &= \arcsin x_5 = 66,8^\circ \end{aligned}$$

Pro srovnání získaných výsledků jsou v přehledu uvedeny výsledky získané matematickou a numerickou cestou

m_r	0,001317	0,001328
M_o	0,0006059	0,0006882
a	63,38	66,8
c	0,00013	0,00015

Odlíšnost výsledků byla zdůvodněna nepřesným změřením konstanty torzní tuhosti, kde se zřejmě projeví pasivní odpory.

KONTROLA TEORETICKÝCH VÝPOČTŮ NUMERICKOU CESTOU

Teoretická část byla zpracována pro soustavu tří rovnic na základě měřené a pro kontrolu vypočítané torzní konstanty tuhosti, která činila $c = 0,00013 \text{ Nm}^{-1}$. Byly použity podmínky

$$\begin{aligned} m_r R g \sin(\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 - M_0 &= 0 \\ m_r R g \sin(\kappa_1 + \alpha) - c\kappa_1 - M_0 + M_1 &= 0 \\ m_r R g \sin(\kappa_2 + \alpha) - c\kappa_2 - M_0 + M_2 &= 0 \end{aligned}$$

Tato soustava nelineárních rovnic obsahuje tři neznámé veličiny m_r, α, M_0 . Zavedeme nové proměnné za předpokladu, že $m_r = 0$ a označíme $gR = k_1$.

$$\text{Bude } x_2 = \frac{M_0}{m_r} \quad x_3 = \frac{1}{m_r}$$

Po dosažení do původních rovnic bude

$$\begin{aligned} K_1 \sin(\varphi_0 + \alpha) - c\varphi_0 x_3 - x_2 &= 0 \\ K_1 \sin(\kappa_1 + \alpha) + (M_1 - c\kappa_1) x_3 - x_2 &= 0 \\ K_1 \sin(\kappa_2 + \alpha) + (M_2 - c\kappa_2) x_3 - x_2 &= 0 \end{aligned}$$

Protože platí

$$\begin{aligned} \sin(\varphi_0 + \alpha) &= \sin \varphi_0 \cos \alpha + \cos \varphi_0 \sin \alpha \\ \sin(\kappa_1 + \alpha) &= \sin \kappa_1 \cos \alpha + \cos \kappa_1 \sin \alpha \\ \sin(\kappa_2 + \alpha) &= \sin \kappa_2 \cos \alpha + \cos \kappa_2 \sin \alpha \end{aligned}$$

a označíme-li

$$\begin{aligned} K_1 \sin \varphi_0 &= A_1 & K_1 \cos \varphi_0 &= B_1 \\ K_1 \sin \kappa_1 &= C_1 & K_1 \cos \kappa_1 &= D_1 \\ K_1 \sin \kappa_2 &= E_1 & K_1 \cos \kappa_2 &= G_1 \end{aligned}$$

zavedeme

$$\cos \alpha = x_1 \quad \sin \alpha = x_2$$

Pro tyto nové neznámé veličiny platí

$$x_1^2 + x_2^2 = 1$$

Po dosazení bude

$$\begin{aligned} A_1 x_1 + B_1 x_2 - c\varphi_0 x_3 - x_2 &= 0 \\ C_1 x_1 + D_1 x_2 + (M_1 - c\kappa_1) x_3 - x_2 &= 0 \\ E_1 x_1 + G_1 x_2 + (M_2 - c\kappa_2) x_3 - x_2 &= 0 \end{aligned}$$

Všechny členy hořejší rovnice vynásobíme konstantou k , takže získáme nové neznámé veličiny, které označíme

$$x_1^+ = kx_1; x_2^+ = kx_2; x_3^+ = kx_3; x_4^+ = kx_4$$

Dále zavedeme $kx_1 = x_1^+ = 1$ a máme soustavu

$$\begin{aligned} A_1 - x_2^+ - c\varphi_0 x_3^+ + B_1 x_4^+ &= 0 \\ C_1 - x_2^+ + (M_1 - c\kappa_1) x_3^+ + D_1 x_4^+ &= 0 \\ E_1 - x_2^+ + (M_2 - c\kappa_2) x_3^+ + G_1 x_4^+ &= 0 \end{aligned}$$

Této soustavě rovnic odpovídají tyto matice soustavy a sloupkový vektor

$$\begin{vmatrix} -1 & -c\varphi_0 & B_1 \\ -1 & M_1 - c\kappa_1 & D_1 \\ -1 & M_2 - c\kappa_2 & G_1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -A_1 \\ -C_1 \\ -E_1 \end{vmatrix}$$

Ve zvláštních číslech, která byla získána výpočtem z naměřených veličin, má matice soustavy a sloupkový vektor tvar

$$\begin{vmatrix} -1 & 0,000975 & 1,458911 \\ -1 & 0,001149 & 1,469866 \\ -1 & 0,001271 & 1,432032 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,192069 \\ -0,069317 \\ -0,338518 \end{vmatrix}$$

Tyto hodnoty byly získány z veličin:

$$c = 0,00013; R = 0,150; M_1 = 0,0015; M_2 = 0,0030; \kappa_1 = 2,7; \kappa_2 = 13,3; \varphi_0 = -7,5; K = 1,4715; B_1 = 1,460531; D_1 = 1,469866; G_1 = 1,432032.$$

Řešením soustavy rovnic na kalkulátoru byly získány tyto výsledky

$$\begin{aligned} x_1^+ &= 1 & x_3^+ &= -1621,08 \\ x_2^+ &= 0,981730 & x_4^+ &= 1,887745 \end{aligned}$$

$$\text{Konstanta } k = \pm \sqrt{x_1^{+2} + x_4^{+2}} = \pm 2,13443$$

Na základě konstanty k byly určeny

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,46806 & x_3 &= 758,77 \\ x_2 &= 0,459517 & x_4 &= 0,883690 \end{aligned}$$

S použitím těchto výsledků byly určeny

$$\begin{aligned} \alpha &= \arccos x_1 = 62,09^\circ \\ \alpha &= \arcsin x_4 = 62,09^\circ \end{aligned}$$

$$m_r = \frac{1}{x_3} = 0,001377 \text{ kg}$$

$$M_o = x_2 m_r = 0,0006051 \text{ Nm}$$

ZÁVĚR

Je navržena a na konkrétním případě ověřena metoda statického vyvážení kotouče o malé axiální délce, který je uložen na vodorovném torzním vlákně. Kotouč je částí čidla, které bylo použito k měření tribologických vlastností některých biologických materiálů.

K vyvážení kotouče bylo použito metody přídavných silových dvojic, které byly vyvozo-
vány tak, že na obvodě kotouče bylo upevněno vlákno. Na ně byla zavěšována závaží
o známé hmotnosti. Na základě výchylek kotouče odpovídajících jednotlivým přídavným
dvojicím byly stanoveny teoretické výrazy pro určení polohy nevyvážku, jeho redukované
hmotnosti. Dále byla stanovena počáteční silová dvojice zmenšující měřicí interval. Tu
lze omezit na minimum, známe-li její velikost a smysl, vhodným konstrukčním řešením
závěsu torzního vlákna.

Pro určení velikosti nevyvážku, jeho polohy, počáteční silové dvojice i konstanty
torzní tuhosti torzního vlákna byla navržena numerická metoda, jež je vhodná pro čísli-
cový počítač i pro malý kalkulátor, u kterého je zabudován program pro řešení soustavy
lineárních algebraických rovnic. Obě metody byly ověřeny na konkrétním případě na
základě běžných technických měření. Obě jsou obecné a lze je používat všude tam, kde
se jedná o statické vyvážení rotorů.

СЕДЛАЧЕК, В. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): Балансировка датчика
трибометра для агробиологических материалов. Земед. Techn., 26, 1980 (6) : 343-357.

Статья посвящена статистической балансировке диска с небольшой аксиальной длиной,
который укреплен на горизонтальном крутильном волокне. Диск является составной частью
датчика, применяемого для измерения трибологических свойств некоторых биологических
материалов. Основной метод дополнен цифровым, который позволяет решать задачи на
небольшом программном калькуляторе. Оба метода проверялись на конкретном примере
при помощи обычных технических измерений. Оба метода применимы всюду, где речь
идет о статистической балансировке роторов с небольшой аксиальной длиной.

статистическая балансировка; диск; трибологические свойства

SEDLÁČEK, V. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): *Balancing of the Tri-
bometer Sensor for Agrobiological Materials*. Zeméd. Techn., 26, 1980 (6) : 343-357.

Static balancing of a disk of small axial length which is fixed on a horizontal torsion
fiber is dealt with. The disk forms a part of a sensor which was used to measure
tribologic properties of some biological materials. The general method is supple-
mented by the numerical method, which makes it possible to solve the problem on
a small program calculator. Both methods have been tested on a concrete example
by current technical measurements. Both methods are universal and may be used any-
where where the problem is the static balancing of rotors of small axial length.

static balancing; disk; tribologic properties

SEDLÁČEK, V. (Hochschule für Landwirtschaft, Praha - Suchdol): *Abgleich des
Fühlers vom Tribometer für agrobiologische Materialien*. Zeméd. Techn., 26, 1980
(6) : 343-357.

Im Artikel wird der statische Abgleich einer Scheibe mit kleiner Axiallänge be-
handelt, die an einer horizontalen Verdrehungsfaser befestigt ist. Die Scheibe bildet
einen Bestandteil des Fühlers, welcher zur Mesung der tribologischen Eigenschaften
einiger biologischer Materialien verwendet wurde. Die allgemeine Methode wird
durch eine numerische Methode ergänzt, die die Lösung an einem kleinen pro-
grammierbaren Rechner ermöglicht. Beide Methoden wurden an einem konkreten
Fall auf Grundlage üblicher technischer Messungen überprüft. Beide Methoden kann
man für allgemein halten und sie finden ihre Anwendung überall dort, wo es sich
um statischen Abgleich von Rotoren mit kleiner Axiallänge handelt.

statischer Abgleich; Scheibe; tribologische Eigenschaften

Adresa autora:

Ing. Vladimír Sedláček, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

Výběr z přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

GAHEEN, S. A. — NJØS, A.

D 27.550/57/11

Long term effects of tractor traffic and limig on surface elevation changes, infiltration rate and surface cracking of a silty clay loam soil at As, Norway.

Gjøvik, Norges landbrukshøgskole 1978. 11 s., tab. Meldinger Vol. 57, nr. 11. (Traktory — jízda — půdy jílovitohlinité — vztahy — Norsko — výzkum)

C 11.642/2212

Tracteur à roues de marque RENAULT, type: R 7385 „RENAULT 80 S“!

Antony, C. N. E. E. M. A. 1978. 20 s., tab., příl., 4 grafy. Essai No. 2212. (Traktory kolové — RENAULT — R 7385 — RENAULT 80 S — zkoušení — Francie — zprávy)

D 50.847/2497

Accord redskapskoppling. Anmälare: AM-Cani Maskin AB, Malmö.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1979. 5 s., 2 obr. Meddelande 2497. (Traktory — připojovací zařízení — zkoušení — Švédsko — zprávy)

D 50.847/2498

Serieprovning av redskapskopplingar.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1979. 7 s., 5 obr., 2 tab. Meddelande 2498. (Traktory — připojovací zařízení — zkoušení — Švédsko — zprávy)

E 39.320

Osnovy obščej teorii sel'skochozjajstvennogo gidroprivoda.

Moskva, Kolos 1978. 175 s., 25 obr. (Hydraulická zařízení — traktory a zemědělské stroje — sborník — SSSR)

GYOVAI, E.

E 39.369

Traktorgenerátorok.

Budapest, Mezőgazdasági kiadó 1977. 185 s., 161 obr. (Traktory — generátory — příručka / Akumulátory — traktory — příručka)

GUSTAFSSON, A. — LINDVALL, T. — NORÉN, O.

D 68.467/24

Värmeavlastning i förarhytter.

Uppsala, Jordbrukstekniska inst. 1978. 15 s., 15 obr., Cirkulär 24. (Traktorové kabiny — klimatizace — zkoušení — Švédsko — zprávy)

OCHRANA VEĽKOKAPACITNÝCH STAJNÍ PRED INSOLÁCIOU V LETNOM OBDOBÍ

K. Janáč

JANÁČ, K. (Ústav stavebníctva a architektúry, Bratislava): *Ochrana veľkokapacitných stajní pred insoláciou v letnom období*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (6): 359–378.

Využívanie ľahkých stavebných látok do obvodových konštrukcií veľkokapacitných stajní prináša nové problémy pri ochrane interiérov pred vplyvom insolácie v letnom období. Jedna z možností ochrany sa naskytá aj cestou využitia optických charakteristík stavebných látok. Pod pojmom optické charakteristiky materiálov sa rozumie súčiniteľ odrazu, pohltienia a vyžarovania tepla a stupeň černoty ϵ . Vyhodením vhodného laboratórneho zariadenia „albedometer“ sa podarilo stanoviť optické charakteristiky všetkých druhov stavebných materiálov, ktoré sa používajú, alebo sa budú používať v poľnohospodárskom stavebníctve. Niektoré výskumné práce a prax potvrdili, že využitie optických charakteristík materiálov vplyva na ochranu interiérov stajní s ľahkým obvodovým plášťom a prináša veľmi pozitívne výsledky pri vytváraní vhodnej klímy a zvyšovaní produkčnej úžitkovosti hospodárskych zvierat.

stavebné materiály; albedometer; optické charakteristiky stavebných materiálov

Podľa návrhu typizačnej smernice, ktorú vydalo Ministerstvo poľnohospodárstva a výživy SSR a ČSR, má pripadať v 6. päťročnom pláne v poľnohospodárskej investičnej výstavbe 60 % stavebnej výroby na objekty s ľahkým obvodovým plášťom, z toho 35 % na metalicko-chemickú bázu a 25 % na bázu dreva a drevného odpadu.

Stavby s ľahkým obvodovým plášťom sú náročné na teplotnícké posúdenie nielen z hľadiska zimných pomerov, ale predovšetkým z hľadiska ochrany interiérov pred letným prehrievaním vplyvom slnečného žiarenia. Jedna z možností ochrany je aj využívanie optických charakteristík stavebných látok. K tomu, aby sa mohli optické charakteristiky materiálov vhodne v praxi využívať, je potrebné stanoviť pre každú stavebnú látku súčiniteľ pohltienia, odrazu a vyžarovania tepla. Vzhľadom na to, že tejto problematike sa doteraz u nás nevenovala takmer žiadna pozornosť, uvádzajú sa v príspevku niektoré nové poznatky (Janáč, 1978).

VPLYV OPTICKÝCH CHARAKTERISTÍK STAVEBNÝCH LÁTOK NA PRESTUP TEPLA CEZ OBVODOVÝ PLAŠŤ STAJNÍ

Pri posudzovaní stavieb pre živočíšnu výrobu treba sa riadiť inými požiadavkami, ktoré sa zakladajú v oblasti výmeny tepla na niektorých empirických priemerných súčiniteľoch, zameraných často na podmienky obytných budov. Treba uviesť napríklad

súčiniteľ prestupu tepla vnútorných povrchov obvodových konštrukcií, ktorý sa pokladá za stacionárny s hodnotou $\alpha_i = 8,14$, resp. $8,72 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

Pri určovaní hodnoty α_i sa pripúšťalo, že medzi vnútorným povrchom vonkajšej obvodovej konštrukcie t_{ip} a k nemu obrátenými predmetmi, ktoré majú rovnakú teplotu t_i ako vzduch v miestnosti, nastáva výmena tepla sálaním. Pritom sa predpokladalo, že povrchy, na ktorých prebiehala výmena tepla, vytvárajú akoby dve rovnobežné plochy rovnakej veľkosti (Gorskij, Anufriev, 1964). Napokon sme dostali:

$$\alpha_i = \alpha_{ik} + \alpha_{is} \quad (1)$$

kde: α_{ik} — súčiniteľ prestupu tepla konvekciou
 α_{is} — súčiniteľ prestupu tepla sálaním

Za podmienok výmeny tepla v interiéroch pre živočíšnu výrobu platia však uvedené predpoklady len veľmi približne, najmä vtedy, keď je objekt vyhrievaný iba biologickým teplom. Teplotné spády povrchu základného zdroja sárania, t. j. povrchu tela ustajnených zvierat a vnútorného vzduchu, môžu v skutočnosti dosahovať teplotný rozdiel 30 až 35°C , a povrchy, na ktorých prebieha výmena tepla, nie sú ani rovnako veľké ani rovnobežné. Preto za daných podmienok môžeme napísať:

$$Q_{ip} = Q_{ik} + Q_{is} \quad (2)$$

kde: Q_{ip} — celkové množstvo tepla absorbovaného vnútorným povrchom konštrukcie
 Q_{ik} — absorbované teplo vnútorným povrchom konštrukcie konvekciou
 Q_{is} — absorbované teplo vnútorným povrchom konštrukcie sálaním

$$Q_{ik} = \alpha_{ik} \cdot F (t_i - t_{ip}) \quad (3)$$

kde: F — plocha vnútorného povrchu v m^2
 t_i — teplota vnútorného vzduchu v $^\circ\text{C}$
 t_{ip} — teplota vnútorného povrchu konštrukcie v $^\circ\text{C}$
 α_{ik} — potrebné určiť podľa kritérií závislosti (Janáč, 1968) ktorá pre teplotné podmienky v miestnostiach pre živočíšnu výrobu môže byť dostatočne presne vyjadrená vo forme:

$$\alpha_{ik} = 1,5 \sqrt[3]{t_i - t_{ip}} \quad (4)$$

$$Q_{is} = \alpha_{is} \cdot F (t'_{zv} - t_{ip}) \cdot \varphi_u \quad (5)$$

Hodnota α_{is} sa rovná

$$\alpha_{is} = C_r \cdot \frac{\left[\frac{t'_{zv} + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t_{ip} + 273}{100} \right]^4}{t'_{zv} - t_{ip}} \quad (6)$$

kde: C_r — redukovaný súčiniteľ sárania, zohľadňujúci optické charakteristiky medzi dvoma telesami, v našom prípade súčiniteľ sárania materiálov, ktorými sú obložené plochy obvodových konštrukcií

t'_{zv} — teplota povrchu tela zvierata pri teplotných zmenách v závislosti od teploty vzduchu t_i (Janáč, 1968)
 φ_u — uhlový súčiniteľ sárania, ktorý je závislý od vzájomných geometrických vzťahov a od vzájomného rozloženia povrchov

Pri určovaní priemerného súčiniteľa α_i pre celý vnútorný povrch konštrukcie interiéru stajne možno predpokladať, že teplé povrchy sú obklopené studenými povrchmi, teda môžeme napísať:

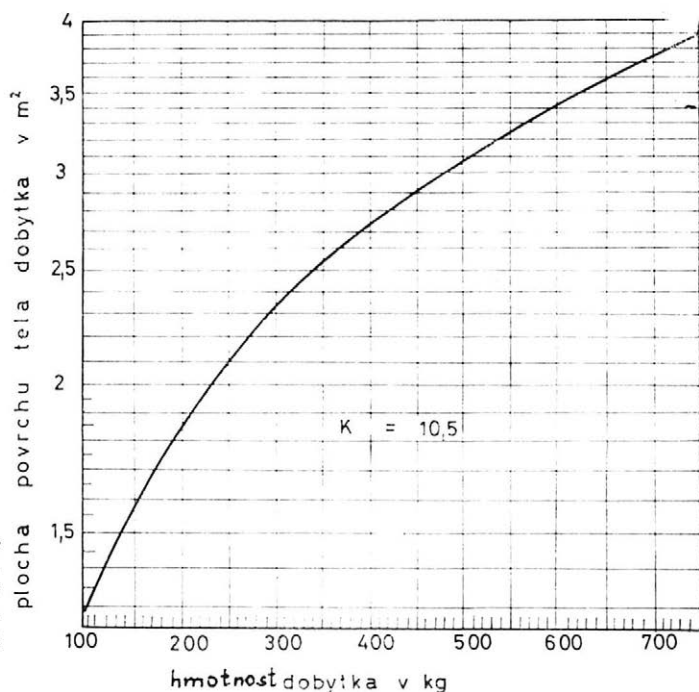
$$\varphi_u = \frac{F_{zv}}{F} \quad (7)$$

kde: F_{zv} — celkový povrch tiel zvierat, ktorý sa podieľa na sálavej výmene tepla s vnútornou plochou obvodovej konštrukcie F

Keď zoberieme do úvahy Ottlota (1957), ktorý uvádza, že pri odovzdávaní tepla sálaním do konštrukcie je pohlcované priemerne 50 % tepla, dostaneme rovnicu:

$$F_{zv} = 0,5 \cdot K \cdot \sqrt[3]{q_z^2} \cdot n \quad (8)$$

kde: $K \cdot \sqrt[3]{q_z^2}$ — plocha povrchu tela zvierata (hodnota K napr. pre hovädzi dobytok je udaná na obr. 1)
 n — počet ustajnených zvierat v stajni



1. Grafické stanovenie povrchovej plochy hovädzieho dobytká v m^2 — Graphical representation of the surface area of cattle (m^2)

Vzorec (2) môžeme napísať v tvare

$$Q_{ip} = \left[a_{ik} + a_{is} \left(1 + \frac{t'_{zv} - t_i}{t_i - t_{ip}} \right) \cdot \varphi \right] \cdot F \cdot (t_i - t_{ip}) \quad (9)$$

Analogicky so vzorcami (3) a (5) vyplýva:

$$a_i = a_{ik} + a_{is} \cdot \left(1 + \frac{\Delta t_i}{\Delta t_e} \right) \cdot \varphi, \quad (10)$$

kde: $\Delta t_i = t'_{zv} - t_i$
 $\Delta t_e = t_i - t_{ip}$

Vzorec (10) sme dostali teda ako dôsledok toho, že sa v ňom odrážajú fyzikálne javy výmeny tepla v priestoroch stajne pri vykurovaní interiéru iba biologickým teplom. Keď budeme predpokladať, že $\Delta t_i = 0$ a $\varphi_u = 1$, potom pri dosadení hodnôt zo vzorca (10) ľahko dostaneme vzorec (1). Ďalšie upresnenie výpočtov môžeme dosiahnuť určením lokálnych súčiniteľov α_i osobitne pre podhľad stropu α_{iST} a osobitne pre steny α_{iOS} podľa vzorcov (Ottlot, 1957):

$$\alpha_{iST} = \alpha_{ik} + C_r \frac{\left[\frac{t'_{zv} + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t_{ip} + 273}{100} \right]^4}{t'_{zv} - t_{ip}} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot F_{zv}}{F_{ST}} \cdot \varphi_{uST} \quad (11)$$

$$\alpha_{iOS} = \alpha_{ik} + C_r \frac{\left[\frac{t_{ip} + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t'_{zv} + 273}{100} \right]^4}{t_i - t_{ip}} \cdot \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot F_{zv}}{F_{OS}} \cdot \varphi_{uOS} \quad (12)$$

kde: k_1 a k_2 — súčinitele zohľadňujúce sálanie povrchu zvierat a z pohlcovania vyžarovanej energie ovzduším v interiéri
 F_{ST} a F_{OS} — plocha vnútorného povrchu stropu a obvodových stien včítane plochy okien a dverí

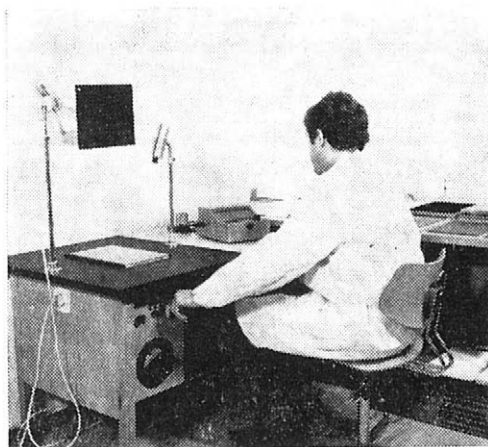
Treba uviesť, že v súčasnej teplototechnike sa v praxi pri hladkých povrchoch vnútorných konštrukcií používa iba jedna hodnota α_i . V takomto prípade platí vzorec (10). Uhlové súčinitele konštrukcií stien a stropov, t. j. φ_{uOS} a φ_{uST} , je potrebné určovať miesto F_i/F podľa závislostí, ktoré navrhuje napr. Poljak (1938) pri súčasnom prihliadnutí k tvaru a rozmerom stavby. Podľa názoru Gorského a Anufrieva (1964) môžeme za základný zdroj sálania považovať povrch podlahy a namiesto teploty povrchu tela zvierat ekvivalentnú teplotu, určenú pri uvážení teploty podlahy, resp. podstielky. Doteraz sa však ešte nepodarilo získať dostatočne presné údaje o závislosti teploty podstielky od t_i a je potrebné s problémom sa ešte zaoberať a upresniť ho (Poljak, 1938; Janáč, 1967). Návrh na zdokonaľovanie výpočtu súčiniteľa priestupu tepla α_i nadobúda mimoriadny význam najmä v poslednom období pri výstavbe objektov s ľahkým obvodovým plášťom a vylúčení používania podstielok, kde sa pri obmedzovaní tepelných strát na minimum či už konvekciou alebo sálaním uplatňujú aj prednosti optických charakteristík jednotlivých povrchov stavebných materiálov a konštrukcií C_r .

RIEŠENIE LABORATÓRNEHO ZARIADENIA PRE STANOVENIE OPTICKÝCH CHARAKTERISTÍK STAVEBNÝCH LÁTKOK

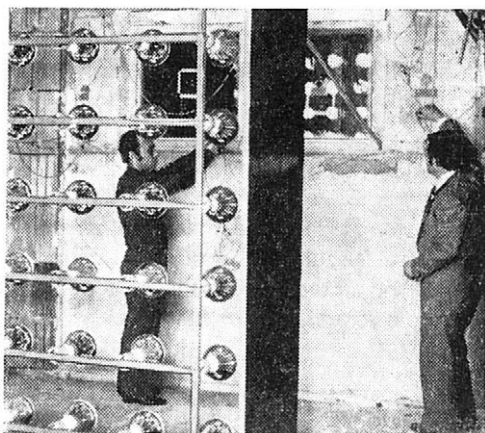
Riešenie uvedeného problému si vyžiadalo navrhnuť a zhotoviť v rámci prototypu také meracie zariadenie, ktoré by umožňovalo v laboratórnych podmienkach stanoviť (Janáč, 1968b, 1974):

- integrálny súčiniteľ odrazu hladkých, lesklých a rôznofarebných povrchov stavebných látok;
- spektrálny súčiniteľ odrazu pre krátkovlnovú infračervenú oblasť;
- priestorovú odrazovú krivku materiálov s difúznym charakterom odrazu pri konštantnom uhle dopadu tepelného toku;
- hodnotu súčiniteľa odrazu stavebných materiálov pri zmene ich objemovej vlhkosti a zmene vlhkosti prostredia.

Zariadenie pre stanovenie uvedených súčiniteľov sme nazvali (po jeho návrhu a realizácii) „prístroj pre stanovenie súčiniteľov odrazu stavebných materiálov“ alebo „albedomer“ (obr. 2 a 3).



2. Pohľad na pokusné vzorky a prístroj Albedomer, vyvinutý na ÚSTARChu SAV — Experimental samples and the apparatus Albedometer developed in the Institute of Building and Architecture of the Slovak Academy of Sciences



3. Pohľad na pokusnú stavbu a umelé Slnko pre sledovanie optických charakteristík materiálov v klimatizačnej komore — View of the experimental building and artificial sun for studying the optical characteristics of building materials in an air-conditioning chamber

PRINCÍP MERACEJ METÓDY

Tepelný tok dopadajúci na povrch meraného materiálu sa rozdelí na tri časti: časť, ktorá sa pohltí (Q_A), časť, ktorá prejde materiálom (Q_T) a časť, ktorá sa odrazí (Q_R). Podľa princípu zákona o zachovaní energie platí

$$Q_R + Q_T + Q_A = 0 \quad (13)$$

Z rovnice (13) môžeme definovať optické vlastnosti meraného materiálu takto:

$$\text{pomerná pohltivosť } A = -\frac{Q_A}{Q} \quad (14)$$

$$\text{pomerná odrazivosť } R = \frac{Q_R}{Q} \quad (15)$$

$$\text{pomerná priepustnosť } T = \frac{Q_T}{Q} \quad (16)$$

Z rovníc (14), (15), (16) môžeme napísať všeobecný vzťah pre integrálne optické charakteristiky

$$R + A + T = 1 \quad (17)$$

a pre spektrálne optické charakteristiky platí vzťah

$$R(\lambda, t) + A(\lambda, t) + T(\lambda, t) = 1 \quad (18)$$

kde: λ — vlnová dĺžka tepelného žiarenia
 t — teplota povrchu meraného materiálu

Pre stavebné materiály, ktoré zaraďujeme medzi šedé telesá, sa zjednodušujú rovnice (17) a (18) na tvar

$$R + A = 1 \quad (19)$$

Potom

$$R(\lambda, t) + A(\lambda, t) = 1 \quad (20)$$

Z rovníc (19) a (20) vyplýva, že stačí, ak jednu veličinu stanovíme a druhú môžeme vypočítať. Redukovanú hodnotu súčiniteľa vyžarovania C_r potrebnú pre výpočet α_i (13, 17) určíme takto: Pre dopadajúci tepelný tok na povrch meraného telesa platí, že súčiniteľ pohltienia je pre ten istý časový okamžik rovný stupňu černoty telesa, t. j.

$$A = \varepsilon \quad (21)$$

Redukovaný súčiniteľ žiarenia určíme potom zo vzorca

$$C_r = C_o \cdot \varepsilon \quad (22)$$

kde: C_o — súčiniteľ žiarenia absolútne čierneho telesa, je rovný $C_o = 20,516 \text{ kJ m}^{-2} \text{ h} \left(\frac{T}{100}\right)^4 = 5,7 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100}\right)^4$

Pretože rôzne druhy stavebných materiálov podliehajú vlhkostným vplyvom, treba určiť závislosť súčiniteľa žiarenia aj od vlhkosti. Najvhodnejším spôsobom jeho stanovenia je určiť súčiniteľ vyžarovania pre absolútne suchý materiál a vypočítať hodnotu pre danú objemovú vlhkosť materiálu podľa vzorca

$$Cw_i = Cw_o \cdot (1 + \varrho_m \cdot \varrho_i) \quad (23)$$

kde: Cw_i — súčiniteľ vyžarovania materiálu pre hľadanú vlhkosť
 Cw_o — súčiniteľ vyžarovania materiálu v suchom stave
 ϱ_i — objemová hmotnosť materiálu
 ϱ_m — súčiniteľ daný objemovou hmotnosťou materiálu

Hodnoty ϱ_m platia pre šedé telesá, spĺňajú tak podmienky pre stavebné materiály. Ak máme známy súčiniteľ žiarenia pri známej objemovej vlhkosti Cw_1 , môžeme pre hľadanú objemovú vlhkosť vypočítať súčiniteľ žiarenia z rovnice:

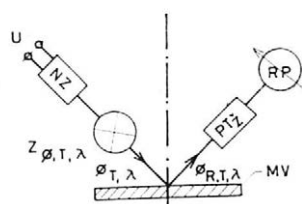
$$Cw_i = Cw_1 \cdot \frac{\varrho_i}{\varrho_m} \quad (24)$$

Súčiniteľ ϱ_m pre rôzne objemové hmotnosti materiálov v kg m^{-3} :

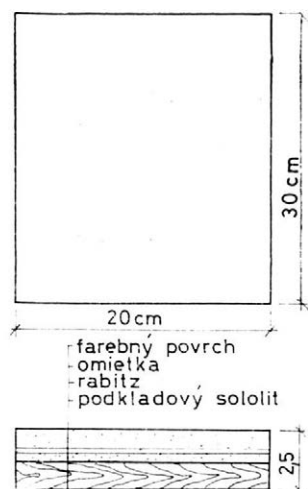
do 500	0,0050
od 500 do 1500	0,0018
od 1500 do 2000	0,0041
nad 2000	0,0010

Z výpočtu redukovaného súčiniteľa žiarenia vyplýva potreba merať súčiniteľ odrazu. Pre tento účel sa zhotovil prístroj na meranie integrálneho a spektrálneho súčiniteľa odrazu pre všetky druhy stavebných materiálov. Pre meranie bola zvolená metóda, založená na porovnávaní odrazeného toku zvoleného etalónu a odrazeného tepelného toku vzorky.

Dopadajúci tepelný tok $\varphi_{\lambda,t}$ na povrch meranej vzorky sa rozdelí na dve časti: časť, ktorá sa odrazí ($\varphi_{R,\lambda,t}$) a časť, ktorá sa pohltí. Rozdelenie dopadajúceho tepelného toku na vzorke je uvedené v blokovej schéme albedomeru na obr. 4.



4. Bloková schéma prístroja albedomer
— Block diagram of the albedometer
NZ — napätový zdroj; $Z_{\varphi, T, \lambda}$ — zdroj tepelného toku; PT — prijímač tepelného toku; RP — registračný prístroj; MV — meraná vzorka



5. Pohľad na vyrobenú pokusnú vzorku pre stanovenie jej albeda — View of the test specimen for determining the albedo value

Označíme si hodnotu odrazeného tepelného toku od etalónu φ_{RE} a jeho výchylku na meracom prístroji α_{RE} a jej zodpovedajúcu známou hodnotu súčiniteľa odrazu R_E . Hľadaný súčiniteľ odrazu meranej vzorky R_{MV} pri nameranej výchylke na meracom prístroji α_{MV} , zodpovedajúcej odrazenému tepelnému toku $\varphi_{R,\lambda,t}$, vypočítame zo vzorca

$$R_{MV} = R_E \frac{\alpha_{MV}}{\alpha_E} \quad (25)$$

Pre praktický výpočet si zvolíme napr. maltovú vzorku, povrchovo upravenú dreveným hladidlom a prifarbenú červenou pompejkou č. 846 (obr. 5). Pre ostatné hodnotené vzorky sú v tab. I a II len výsledné hodnoty.

Príklad:

Pre všetky výpočty budeme uvažovať hodnotu súčiniteľa odrazu etalónu

$$R_E = 0,02$$

Nameraná hodnota výchylky meracieho prístroja pre použitý etalón bude

I. Namerané a vypočítané hodnoty súčiniteľov vyžarovania, pohlcovania a odrazu pre maltové vzorky s rôznymi farebnými povrchmi upravenými dreveným hladidlom – Measured and calculated values of the coefficients of radiation, absorption and reflection for mortar specimens with different colours and the surface smoothed with a wooden float

Označenie farebného povrchu	Nameraný a vypočítaný súčiniteľ		
	vyžarovania C_r $\frac{W}{m^2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$	odrazu R	pohlcovania A
Žltá univerzálna č. 611	4,802	0,151	0,849
Červeň pompejská č. 846	4,997	0,124	0,876
Zeleň univerzálna svetlá č. 513	4,875	0,145	0,855
Modrá nočná č. 412	4,899	0,141	0,859
Oranžová č. 740	4,890	0,143	0,857
Červeň rumelková č. 815	4,920	0,137	0,836
Okr dobřícký plavený č. 210	4,922	0,137	0,836
Zeleň univerzálna tmavá č. 539	4,875	0,145	0,855
Modrá – ultramarín	4,918	0,138	0,862
Červeň vinná	4,924	0,136	0,864
Pačok vápenný	4,796	0,159	0,841
Omiетка vápenná	5,082	0,109	0,891

Teplota okolia 24,3 °C

Poznámka: $1 \text{ kJ m}^{-2} \text{ h}^{-1} \left(\frac{T}{100} \right)^4 = 0,276 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$

Příklad: $17,416 \left(\frac{T}{100} \right)^4 = 4,842 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$

II. Namerané a vypočítané hodnoty súčiniteľov vyžarovania, pohlcovania a odrazu pre maltové vzorky s rôznymi farebnými povrchmi upravenými plstenným hladidlom – Measured and calculated values of the coefficients of radiation, absorption and reflection for mortar specimens with different colours and the surface smoothed with a felt float

Označenie farebného povrchu	Nameraný a vypočítaný súčiniteľ		
	vyžarovania C_r $\frac{W}{m^2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$	odrazu R	pohlcovania A
Žltá univerzálna č. 611	4,862	0,148	0,852
Červeň pompejská č. 846	4,979	0,127	0,873
Zeleň univerzálna č. 513 svetlá	4,843	0,148	0,852
Modrá nočná č. 412	4,893	0,142	0,858
Oranžová č. 740	4,865	0,147	0,853
Červeň rumelková č. 815	4,909	0,139	0,861
Okr dobřícký plavený č. 210	4,875	0,145	0,855
Zeleň univerzálna č. 539 tmavá	4,896	0,142	0,858
Modrá – ultramarín	4,887	0,142	0,858
Červeň vinná č. 830	4,930	0,135	0,865
Pačok vápenný	4,911	0,141	0,859
Omiетка vápenná	5,082	0,109	0,891

Teplota okolia pri meraní: 24,3 °C

$$\alpha_{E1,2} = 0,3 \text{ dielika}$$

$$\alpha_{E3} = 0,4 \text{ dielika}$$

Namerané hodnoty výchylky meracieho prístroja pre nameranú vzorku

$$\alpha_{MV_1} = 1,9$$

$$\alpha_{MV_2} = 1,8$$

$$\alpha_{MV_3} = 2,5$$

Pre výpočet súčiniteľa odrazu meranej vzorky použijeme vzorec (25).

Po dosadení pre prvé meranie dostaneme

$$R_{MV_1} = 0,02 \cdot \frac{1,9}{0,3} = 0,127$$

Pre druhé meranie

$$R_{MV_2} = 0,02 \cdot \frac{1,8}{0,3} = 0,120$$

Pre tretie meranie

$$R_{MV_3} = 0,02 \cdot \frac{2,5}{0,4} = 0,125$$

Súčinitele pohlcovania vypočítame zo vzorca

$$R + A = 1, \text{ t. j. } A = 1 - R$$

ktorý je platný pre šedé telesá, t. j. pre všetky nepriehľadné stavebné materiály.

Pre prvé meranie

$$A_{MV_1} = 1 - 0,127 = 0,873$$

pre druhé meranie

$$A_{MV_2} = 1 - 0,120 = 0,880$$

pre tretie meranie

$$A_{MV_3} = 1 - 0,125 = 0,875$$

Súčinitele vyžarovania vypočítame zo vzorca

$$C_r = C_o \cdot A$$

kde: C_o — súčiniteľ vyžarovania absolútne čierneho telesa, ktorý sa rovná $5,7 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100}\right)^4$ a jeho hodnota bude použitá pre všetky výpočty súčiniteľa vyžarovania

Pre prvé meranie

$$C_{MV_1} = 5,7 \cdot 0,873 = 4,98 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100}\right)^4$$

pre druhé meranie

$$C_{MV_2} = 5,7 \cdot 0,880 = 5,02 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100}\right)^4$$

pre tretie meranie

$$C_{MV_3} = 5,7 \cdot 0,875 = 4,99 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

Z troch nameraných a vypočítaných hodnôt súčiniteľov odrazu R , pohlcovania a vyžarovania C_r vypočítame výslednú hodnotu meranej vzorky.

Pre súčiniteľ odrazu R :

$$R_{MV} = \frac{\sum_{n=1}^3 R_{MV}}{n} = \frac{0,127 + 0,120 + 0,125}{3} = 0,124;$$

kde: n — počet vykonávaných meraní

Pre súčiniteľ pohlcovania A :

$$A_{MV} = \frac{0,873 + 0,880 + 0,875}{3} = 0,876$$

Pre súčiniteľ vyžarovania C_r :

$$C_{MV} = \frac{4,98 + 5,02 + 4,09}{3} = 4,997 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

Výsledky hodnôt súčiniteľov odrazu, pohlcovania a vyžarovania pre rôzne druhy farebných povrchov upravených dreveným, plsteným a oceľovým hladidlom sú spracované v tab. I, II a III.

III. Namerané a vypočítané hodnoty súčiniteľov vyžarovania, pohlcovania a odrazu pre maltové vzorky s rôznymi farebnými povrchmi upravenými oceľovým hladidlom — Measured and calculated values of the coefficients of radiation, absorption and reflection for mortar specimens with different colours and the surface smoothed with a steel float

Názov farebného povrchu	Nameraný a vypočítaný súčiniteľ		
	vyžarovania C_r $\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$	odrazu R	pohlcovania A
Žltá univerzálna č. 611	4,905	0,140	0,860
Červeň pompejská č. 846	4,050	0,131	0,869
Zeleň univerzálna č. 513	4,874	0,145	0,855
Modrá nočná č. 412	4,886	0,143	0,857
Oranžová č. 740	4,876	0,145	0,855
Červeň rumelková č. 815	4,899	0,141	0,859
Okr dobřícký plavený č. 210	4,856	0,149	0,851
Zeleň univerzálna	4,902	0,140	0,860
Modrá — ultramarín	4,893	0,142	0,858
Červeň vinná č. 830	4,926	0,136	0,864
Pačok vápenný	4,840	0,151	0,849
Omietka vápenná	5,399	0,053	0,947

Teplota okolia: 24,3 °C

Ako vyplýva z nameraných a vypočítaných výsledkov v tab. I a II, hlavnú hodnotu súčiniteľa vyžarovania tvorí základný materiál, v našom prípade vápenná bezfarebná omietka. Pri použití rôznych farebných úprav povrchov sa jeho hodnota znižuje cca o 10 % v závislosti od druhu a stupňa černoty použitej farby. Väčšia odchýlka vzniká pri bezfarebnej omietke upravenej oceľovým hladidlom, kde pri tzv. pálení sa zvyšuje stupeň černoty.

RACIONÁLNE VYUŽITIE OPTICKÝCH CHARAKTERISTÍK STAVEBNÝCH LÁTOK PRE OCHRANU STAJNÍ PRED INSOLÁCIOU V LETNOM OBDOBÍ

Okrem laboratórnych prác za účelom vyhodnocovania materiálov s ohľadom na ich súčinitele pohltenia, priepustnosti a odrazu tepelného toku sme robili súčasne experimentálne merania na stavbách pre živočíšnu výrobu v prevádzkových podmienkach. Hlavnú pozornosť sme zamerali na objekty s ľahkým obvodovým plášťom v lokalitách najteplejších oblastí ČSSR, t. j. v južnej časti SSR, v ktorých sú zvieratá trvale ustajnené, ako je tomu napríklad pri výkrme ošípaných.

Vzhľadom na skutočnosť, že pre zimné pomery sa riešia akútne problémy klímy vykurovaním, zostáva naliehavá otázka pre riešenie ochrany interiérov pred letným prehrievaním vplyvom žiarenia, ktorému sú najmä strešné plášte vystavené v priebehu dňa najdlhšie. Odborová norma hovorí, že maximálna teplota v stajniach v letnom období nemá byť vyššia než 3°C oproti teplotám vonkajšieho vzduchu. Táto požiadavka je zahrnutá aj do návrhu novej ČSN. Keď zoberieme do úvahy požiadavku až 12-násobnej výmeny vzduchu za jednu hodinu pomocou vetracieho mechanického zariadenia, môže nastať najpriaznivejší prípad, ak sa teplota vnútorného vzduchu bude rovnáť teplote vonkajšieho vzduchu, t. j. $t_i \approx t_e$.

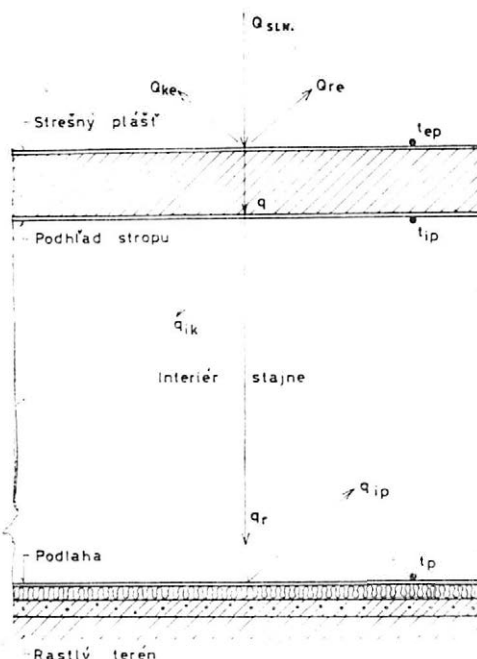
V tomto prípade obalový plášť stajne chráni ustajnené zvieratá iba od vplyvu priameho slnečného žiarenia. Pritom tepelný tok slnečného žiarenia, pohlcovaný strešným plášťom, prechádza cez konštrukciu k vnútornému povrchu cestou konvekcie a radiácie. Pretože $t_i \approx t_e$, potom z hľadiska odovzdávania tepla konvekciou sa zvieratá nachádzajú prakticky v rovnakých podmienkach tak v objekte, ako aj mimo neho. K rozdielu dochádza iba pri pôsobení tepelného toku, radiáciou vyžarovaného obvodovým plášťom, pri porovnaní s vplyvom priameho slnečného žiarenia.

To znamená, že musíme hovoriť o ochranných kvalitách obvodového plášťa objektov pre živočíšnu výrobu v letnom období pri uplatňovaní kritérií s minimálnym kolísaním teplôt na vnútornom povrchu obvodových konštrukcií, s minimálnym tepelným tokom a sálavými účinkami na ustajnené zvieratá.

Naliehavosť riešenia problému prinášajú v poslednom období najmä smernice XIV. a XV. zjazdu KSČ, ktoré usmerňujú ďalší vývoj v živočíšnej výrobe na priemyslovú organizáciu chovu vo veľkokapacitných objektoch. Tieto smery si vyžadujú zásadné zmeny v dispozičnom a konštrukčnom riešení stavieb, najmä v zastrešení, kde použitie tradičných krytín s povalovým priestorom je takmer vylúčené a nahradzuje sa tzv. rovnými jednoplášťovými a dvojplášťovými strešnými konštrukciami bez vnútorných podpier. Tým, že pomer plochy strešného plášťa je niekoľkonásobne väčší ako pomer plochy pripadajúci na obvodové steny, budú aj požiadavky na jeho tepelno-technické riešenie náročnejšie.

Vo veľkokapacitných objektoch s jednoplášťovou strešnou konštrukciou upriamime pozornosť na kvalitu s ohľadom na základnú ochranu pred pôsobením insolácie v letnom období. Zoberme ako príklad na obr. 6 tepelnú bilanciu stajne so strešným plášťom, ktorý pohlcuje tok slnečného žiarenia Q_{Slm} , pričom sa predpokladá, že teplota vzduchu v interieri t_i bude rovná teplote vonkajšieho vzduchu t_e .

6. Schéma pre výpočet tepelnej bilancie objektu na efektívnosť strešnej konštrukcie proti prehrievaniu interiéru stajne v letnom období — Diagram for calculating the heat balance of a building, in view of the effectiveness of the roof structure as a protection against overheating the stable interior during the summer season



1. Ako vyplýva zo schémy na obr. 6, tok tepla zo slnečného žiarenia Q_{sln} pohlcovaný vonkajším povrchom strešného plášťa rozdeľujeme na radiačné teplo Q_{re} , konvekčné teplo Q_{ke} odovzdávané do vonkajšieho prostredia a na teplo prenikajúce k vnútornému povrchu stropu q , t. j.:

$$Q_{sln} = Q_{re} + Q_{ke} + q \quad (26)$$

Rovnica (26) bude mať v rozvinutom stave tvar

$$A_1 \cdot E_s = \varepsilon_1 \cdot C_o \left[\left(\frac{T_{ep}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{rp}}{100} \right)^4 \right] + 1,65 \sqrt[3]{t_{ep} - t_e} \cdot (t_{ep} - t_e) + q \quad (26.1)$$

kde: A_1 — súčiniteľ pohltienia slnečného žiarenia vonkajším povrchom strešnej konštrukcie

E_s — intenzita slnečného žiarenia (pre 40° z. š.), napr. v 12 h $E_s = 947,85 \text{ W m}^{-2}$

C_o — súčiniteľ vyžarovania pre absolútne čierne teleso ($C_o = 5,7 \text{ W m}^{-2} \left(\frac{T}{100} \right)^4$; alebo $20,516 \text{ kJ m}^{-2} \text{ h}^{-1} \left(\frac{T}{100} \right)^4$)

ε_1 — stupeň černoty vonkajšieho povrchu strešnej konštrukcie $T_{ep} = t_{ep} + 273$

t_{ep} — teplota vonkajšieho povrchu strešnej konštrukcie $T_{rp} = t_{rp} + 273$

t_{rp} — teplota prostredia, s ktorým prebieha radiačná výmena tepla vonkajšieho povrchu strešnej konštrukcie (stredne efektívna teplota vesmírneho priestoru $t_{rp} = 53^\circ \text{C}$)

q — tepelný tok cez strešnú konštrukciu

2. Pri prechode tepelného toku q cez konštrukciu strešného plášťa s tepelným odporom R vznikajú na vonkajšom a vnútornom povrchu teploty

$$t_{ep}; t_{ip}$$

čo môžeme napísať v tvare

$$q = \frac{t_{ep} - t_{ip}}{R} \quad (27)$$

3. Tepelný tok q sa prenáša z vnútorného povrchu na podhľade stropu cestou radiácie q_{ir} a konvekcie q_{ik} . Pritom predpokladáme, že s dostatočnou presnosťou môžeme pokladať pre dané riešenie výmenu tepla sálaním medzi vnútornými povrchmi stropu a podlahou. Uvedený predpoklad sa môže napísať vzorcom

$$q = q_{ir} + q_{ik} \quad (28)$$

Vzorec (28) má v rozvinutej forme tvar

$$q = \varepsilon_{2p} \cdot C_o \cdot \left[\frac{T_{ip}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_p}{100} \right]^4 + 0,89 \sqrt[3]{t_{ip} - t_i} \cdot (t_{ip} - t_i) \quad (28.1)$$

kde: ε_{2p} – privedený stupeň černoty vnútorného povrchu podhľadu stropu, resp. povrchu podlahy (ε_2 je stupeň černoty podhľadu stropu, ε_p je stupeň černoty povrchu podlahy),
 $T_{ip} = t_{ip} + 273$

t_{ip} – povrchová teplota na podhľade stropu $T_p = t_p + 273$

t_p – povrchová teplota podlahy

4. Keď zanedbáme tepelnú vodivosť podlahy, potom nahriaty povrch podlahy radiáciou prijaté teplo q_{ir} odovzdá do ovzdušia cestou konvekcie, t. j.:

$$q_{ir} = q_{ip} \quad (29)$$

alebo v rozvinutej forme

$$\varepsilon_{2p} \cdot C_o \left[\frac{T_{ip}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_p}{100} \right]^4 = 1,65 \sqrt[3]{t_p - t_i} \cdot (t_p - t_i) \quad (29.1)$$

V daných podmienkach predpokladáme, že teplota vonkajšieho vzduchu $t_e = t_i = 30^\circ\text{C}$.

Spoločné riešenie systému rovníc (26 až 29) metódou postupných priblížení nám umožňuje stanoviť hodnoty t_{ep} , t_{ip} , tepelný tok q prenikajúci cez strešný plášť, ako aj vyžarované teplo z podhľadu stropu q_r do priestoru stajne. Stavebné opatrenia pre ochranu interiéru prehrievaním v letnom období vyplývajúce z rovníc (26) až (29) sú:

– Súhlasne s rovnicou (26) môžeme dosiahnuť ochranu konštrukcie pred vplyvom insolácie cestou výberu takých materiálov na povrchovú vrstvu strešného plášťa, ktoré majú vysokú odrazovú schopnosť.

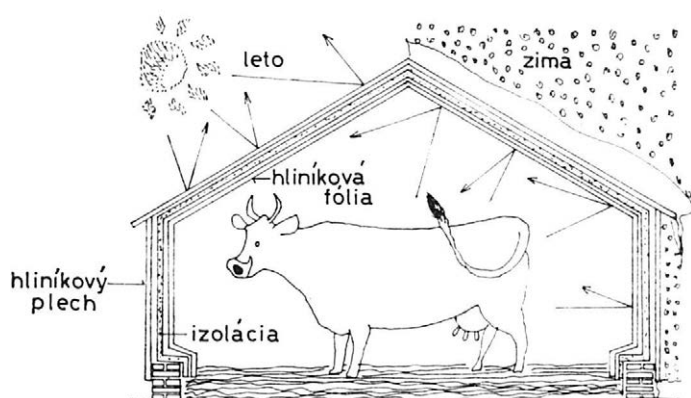
– Súhlasne s rovnicou (27) zvýšením tepelného odporu konštrukcie strešného plášťa R .

– Súhlasne s rovnicou (28) znížením tepelného toku q vyžarovaním vnútorným podhľadom stropu. Docielime to použitím materiálov, ktoré majú malý stupeň černoty ε_2 .

Ako príklad uvedieme použitie hliníkovej fólie na podhľade strešného plášťa pri hodnotách $R = 0,24 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$; $\varepsilon_1 = A_1 = 0,9$; $\varepsilon_2 = 0,06$.

Použitá hliníková fólia nám zníži tepelný tok vyžarovaním až 33-krát oproti 3,2-krát pôvodného toku bez použitia fólie. Okrem toho sa prejaví ochranná schopnosť fólie aj na znížení teploty podlahy zo $44,3^\circ\text{C}$ (bez fólie) na $33,6^\circ\text{C}$ pri použití fólie. Kvalitné albedo hliníkovej fólie má veľmi priaznivý účinok aj v zime pri vysokej odraznej schopnosti tepla sálajúceho z povrchu tela ustajnených zvierat (obr. 7).

Treba súčasne povedať, že umiestnenie hliníkovej fólie na vnútorných plochách obvodového plášťa objektu vyžaduje tak v zimnom ako aj v letnom období veľmi pružný systém vetrania s ohľadom na vylúčenie orosenia povrchov v zimnom období, alebo na

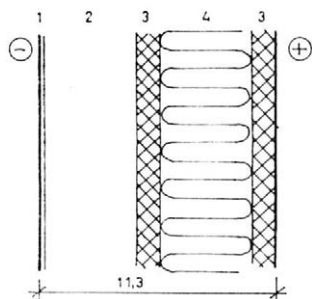


7. Využitie hliníkovej fólie a plechu z hľadiska jeho albedo pre ľahký obvodový plášť stajne — Use of aluminium foil and aluminium plate as a jacket material for the stable, from the aspect of its albedo value

rýchle odvádzanie hromadného tepla zo zvierat v letných mesiacoch pre udržovanie stavu $t_i \approx t_e$.

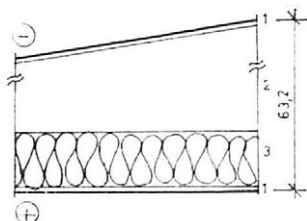
Ešte názornejšie môžeme dokázať kvalitu albedo hliníkového plechu použitého na konštrukciu veľkovýkrmne ošipaných s ľahkým obalovým plášťom v južnej oblasti Slovenska.

Ako vyplýva z hodnôt na obr. 10 (krivka 1), dosahovala pri vonkajšej teplote vzduchu $t_{e_{max}} = 31,4^\circ\text{C}$ povrchová teplota strechy z hliníku $t_{ep_{max}} = 51^\circ\text{C}$, povrchová teplota hliníku na podhlade stropu $t_{ip_{max}} = 32,5^\circ\text{C}$ (obr. 11) a povrchová plocha podlahy $t_{p_{max}} = 29^\circ\text{C}$ (obr. 12).



8. Schéma rezu stenou typ Plastika-Nitra — Cross-section through the Plastika-Nitra wall

1. zvlnený hliníkový plech	0,1 cm
2. vzduchová vrstva	5,0 cm
3. azbestocementová doska	0,6 cm
4. polystyrén	5,0 cm



9. Schéma rezu strešným plášťom typ Monta-Holíč — Cross-section through the Monta-Holíč roof jacket

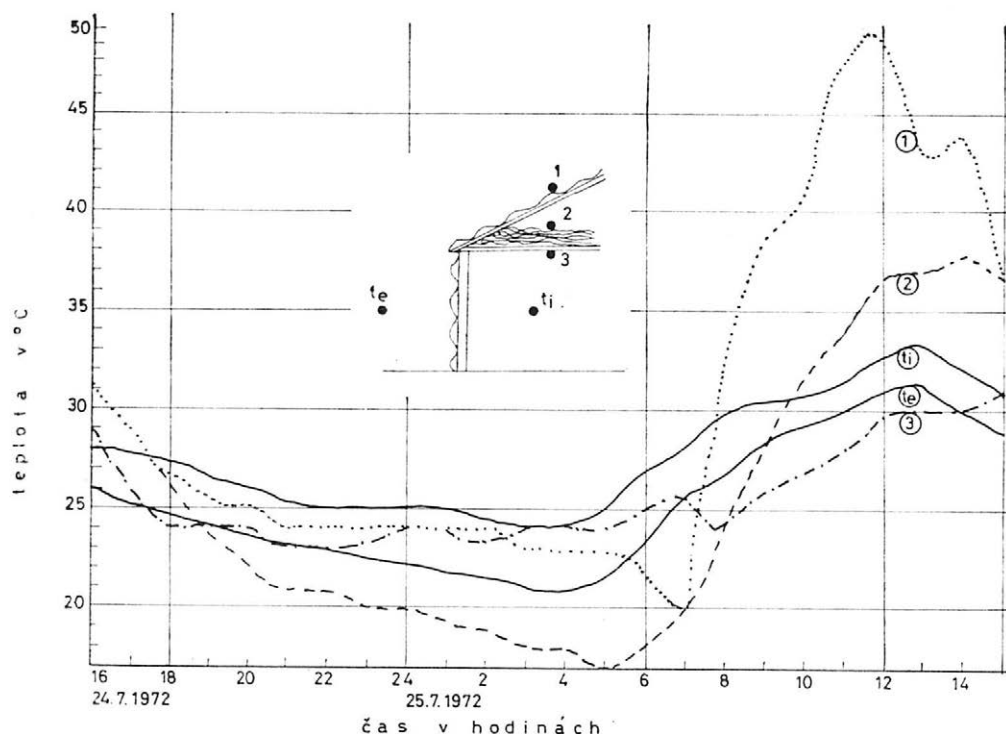
1. zvlnený hliníkový plech	0,1 cm
2. vzduchová medzera	60,0 cm
3. čadičová vata	3,0 cm

Maximálna teplota vzduchu vo výkrmni dosiahla hodnotu $t_{i_{max}} = 33,5^\circ\text{C}$.

Veľký stupeň vylahčenia obalového plášťa výkrmne typ MONTA Holíč vyplýva zo skladby a hrúbky materiálov na obr. 8 a 9.

Okrajové podmienky, teplotný útlm a fázové oneskorenie teplotných vln pre konštrukciu strešného plášťa sú graficky spracované na obr. 10, pre konštrukciu obvodovej steny na obr. 11 a pre podlahu na obr. 12.

Aby sa overili optické charakteristiky (albedo) rôznych druhov materiálov a hmôt používaných na konštrukcie strešných plášťov, robili sme podrobné letné experimentálne

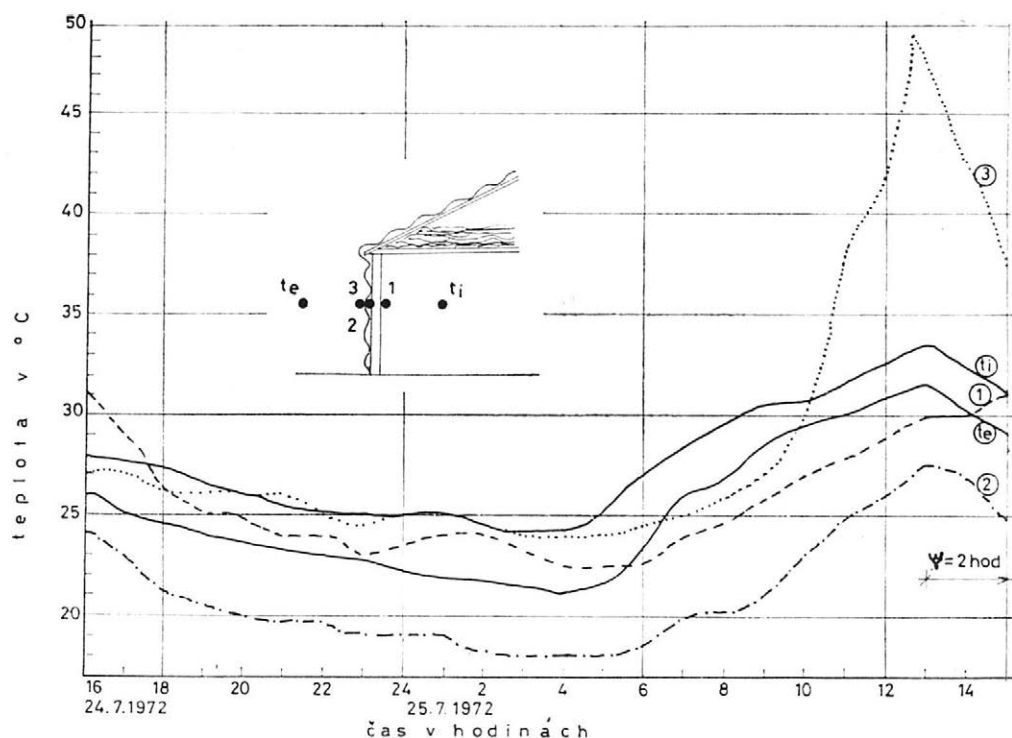


10. Letné okrajové podmienky, teplotný útlm a fázové oneskorenie teplotných kmitov na výkrmni ošipaných s ľahkým strešným plášťom s povrchovou úpravou z hliníka na streche a podhlade na južnom Slovensku — Summer conditions, temperature attenuation and phase delay of temperature oscillations in the pig fattening-house with light-weight roof structure and aluminium foil covering, on the roof and soffit, South Slovakia

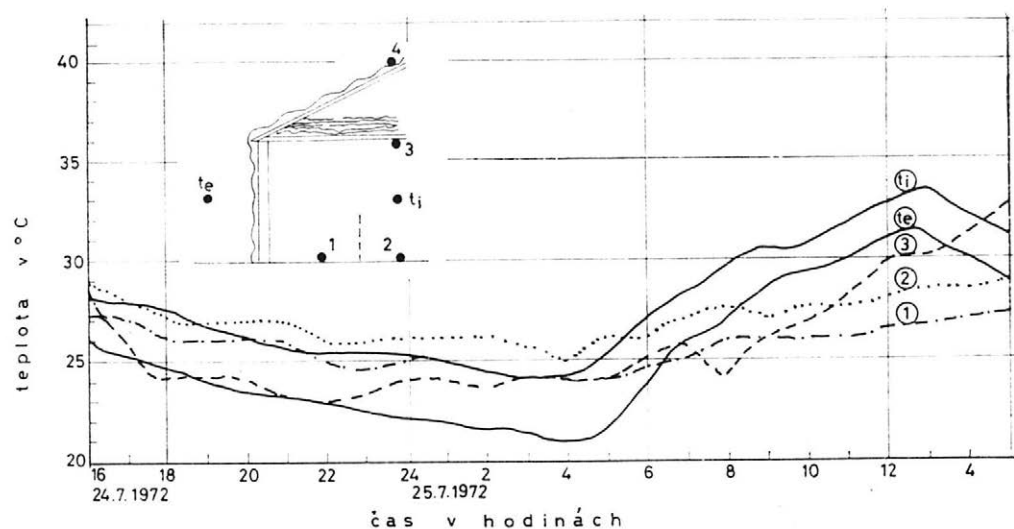
IV. Namerané povrchové teploty na strešnom plášti v letnom období vplyvom inšolácie — Measured surface temperatures in the roof jacket during the summer season, as a consequence of insolation

Druh materiálu	Úprava povrchu a farba	Nameraná teplota a relatívna vlhkosť vzduchu		
		t_e (°C)	t_{ep} (°C)	φe (%)
Asfaltová lepenka	pieskovaná — čierna	27,5	49,0	35
Asfaltová lepenka pod 3cm vrstvou kremienka	drť — biela	28,5	41,3	28
Asfaltová lepenka pod 5cm vrstvou kremienka	drť — biela	32,5	39,0	33
Asfaltová lepenka pod hliníkovou fóliou	biely — lesklý	28,5	41,0	
Pozinkovaný plech	hladký — šedý	28,5	46,0	35
Dlaždice 15 × 15 cm	hladký — hnedožltý	28,5	42,0	30
Polystyrén pod azbestocementovou doskou	matný — šedý	28,5	33,0	35

merania na streche (obr. 13). Všimli sme si predovšetkým albedo materiálov, t. j. ich schopnosť slnečné žiarenie odraziť, absorbovať a prepustiť. Experimentálne merania potvrdili aj v tomto prípade správnosť uvádzaných teoretických výsledkov. Z tohto porovnania teplôt oslnených plôch strešného plášťa rôznych farieb a úpravy povrchu vidí-

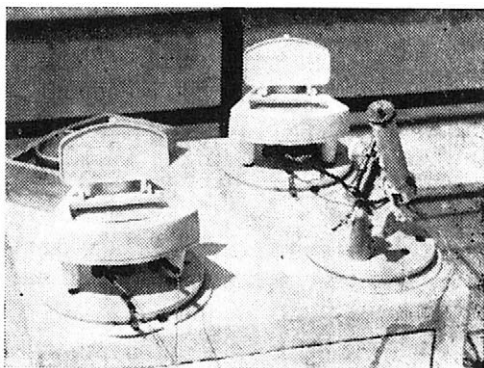


11. Letné okrajové podmienky, teplotný útlm a fázové oneskorevanie teplotných kmitov na výkrmi ošipáných s ľahkou obvodovou stenou s povrchovou úpravou na vonkajšej strane z hliníka na južnom Slovensku — Summer conditions, temperature attenuation and phase delay of temperature oscillations in the pig fattening-house with light-weight peripheral wall and outside aluminium foil covering, South Slovakia



12. Letné okrajové podmienky a teploty na vnútornom povrchu podlahy vo výkrmi ošipáných s ľahkým obvodovým plášťom na južnom Slovensku — Summer conditions and temperatures on the floor of a pig fattening-house with light-weight jacket, South Slovakia

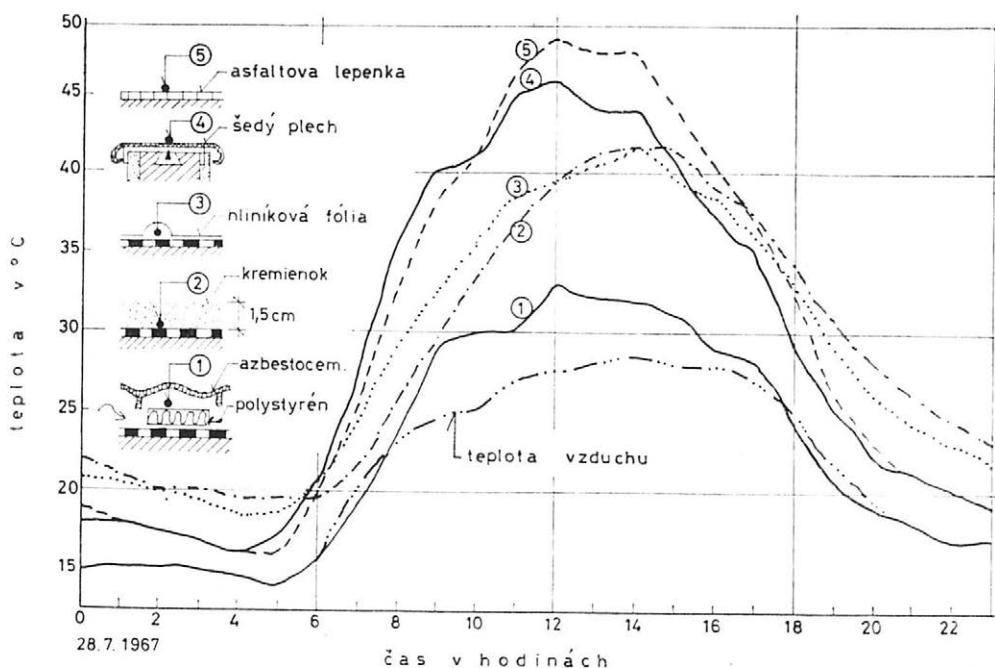
13. Pohľad na rozmiestnenie súčasti prístroja „aktinometer AT-50“ pri meraní intenzity slnečného žiarenia — Location of different parts of the AT-50 actinometer during measurement of the intensity of solar radiation



me, že proti prehrievaniu interiérov je výhodné použiť napríklad vrstvu bieleho kremienka. Získali sme takto cenné výsledky zanikania teplotných kmitov pri použití rôznych hrúbok kremienka pre potrebu všetkých druhov stavieb v prevádzkových podmienkach.

Schopnosť stavebných materiálov pohltiť, alebo odraziť tepelný tok vplyvom insolácie v letnom období pri ich rôznej povrchovej úprave a farbe, ktoré sme namerali na streche prevádzkového objektu, sú uvedené v tab. IV a na obr. 14. Z rozdielu teplôt vzduchu t_e , povrchových teplôt t_{ep} spôsobených insoláciou (tab. IV a obr. 14) vyplýva dôležitý poznatok o význame albeda a ochrane interiérov pred prehrievaním.

Z rozdielných teplôt t_e a povrchových teplôt konštrukcie strešného plášťa t_{ep} pri použití rôznych druhov stavebných materiálov (tab. IV) vyplýva dôležitý poznatok o vý-



14. Namerané výsledky povrchových teplôt materiálov pri rôznej úprave a farbe ich povrchov na streche objektu SAV — Surface temperatures of materials with different colours and surface finishing, used on the roof of a building of the Slovak Academy of Sciences

zname albeda materiálov a ochrane interiérov pred prehrievaním v letnom období a naopak, pred ochladzovaním v zimných mesiacoch pri použití nových stavebných látok a z nich zhotovených ľahkých obvodových konštrukcií.

V tomto smere robil Gorskij (1964) experimentálne merania v prevádzkových objektoch aj v južných častiach ZSSR (Taškentská oblasť). Cieľ experimentu spočíval v tom, že sa porovnávali fyziologické a produkčné schopnosti pokusných zvierat (dobytka a ošípaných), ktoré boli ustajnené v objekte s vnútornou povrchovou úpravou konštrukcií z hliníkovej fólie, s kontrolnou skupinou zvierat, ktoré boli ustajnené v stájniach s vnútornou povrchovou úpravou konštrukcií bez fólie, pri rovnakých vonkajších podmienkach a rovnakom kŕmení. Merania prebiehali v auguste a boli dosiahnuté tieto výsledky:

— Fyziologický stav pokusných zvierat bol lepší ako zvierat kontrolných, čo bolo dokázané povrchovými teplotami tela zvierat. Teploty na povrchu tela zvierat boli u pokusných zvierat nižšie o 0,3 až 1,5 °C.

— Denné prírastky živej hmotnosti boli u mladého dobytka (na jedno zviera) vyššie o 222 g za jeden deň oproti zvieratám kontrolným.

— U ošípaných bol denný prírastok na jeden kus vyšší o 13 až 15 % oproti zvieratám kontrolným.

Získané úspechy sú dôsledkom ochrany interiéru stajne pred letným prehrievaním použitím hliníkovej fólie. Obdobné pokusy pre zlepšenie ustajňovacej pohody sa robili v podmienkach chovu oviec na letnej pastve (Janáč, 1968), kde sa získali veľmi cenné pozitívne výsledky.

ZÁVER

Veľkokapacitné stavby s ľahkým obvodovým plášťom si vyžadujú pri ich navrhovaní a posudzovaní zvýšenú pozornosť z hľadiska ochrany pred letným prehrievaním interiérov vplyvom insolácie. Jedna z možností ochrany je aj využitie optických charakteristík stavebných látok. V príspevku je venovaná pozornosť teórii merania a stanovenia albeda stavebných látok, t. j. stanoveniu súčiniteľov pohltienia, odrazu, vyžarovania a stupňa černoty ϵ . Prax potvrdila, že využívanie optických charakteristík stavebných látok prispieva nielen k ochrane interiérov stajní pred letnou insoláciou, ale aj k vyššej produkčnej úžitkovosti ustajnených zvierat.

Literatúra

- GORSKIJ, G. J. — ANUFRIEV, L. A.: Anotacionnyj sbornik naučno-issledovatel'skich rabot vypolnenych v 1962—1963 God. Orel, 1964.
- JANÁČ, K.: Der Einfluß verschiedener Fußbodenkonstruktionen auf das Stallmilieu bei intersiver Geflügelhaltung. Sonderdruck aus „Monatshefte für Veterinärmedizin“. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 22, 1967, Heft 20, s. 833-837.
- JANÁČ, K.: Gravitačné systémy vetrania v objektoch pre ustajnenie hovädzieho dobytka. Zeměd. Techn., 13, 1968, č. 4, s. 268-305.
- JANÁČ, K.: Otázky výskumu priestorovej klímy budov. Architektúra a urbanizmus, 8, 1974, č. 3, s. 43-57.
- JANÁČ, K.: Príspevok k teórii predurčovania tepelnej ochrany a optimálnej ustajňovacej klímy veľkokapacitných stajní. Bratislava, ÚSTARCH SAV, 1978.
- JANÁČ, K.: Stavby pre chov oviec. [Záver. správa.] Bratislava, ÚSTARCH SAV, 1968.
- JANÁČ, K.: Verwendung leichter Baustoffe beim Stallbau. Bauzeitung, 1968, č. 2, s. 92-95.
- OTTLOT, H. P.: Pogloščeniye tepla ložem životnykh. Tallin 1957.
- POLJAK, G. L.: Teorija lučistogo obmena. Moskva, NAV, 1938.

ČSN 73 0565. Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Stájové objekty. Praha 1979.

ON 73 4502. Tepelná bilance, větrání a osvětlení stájových prostorů. Praha 1968.

Došlo dňa 10. 1. 1980

ЯНАЧ, К. (Институт строительства и архитектуры, Братислава): Защита крупногабаритных животноводческих помещений от инсоляции в летний период. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (6) : 359-378.

Применение легких строительных материалов в строительстве контурных стен крупногабаритных животноводческих помещений приносит новые проблемы, что касается защиты интерьеров от влияния инсоляции в летний период. Одну из возможностей защиты предоставляет также использование оптических характеристик строительных материалов. Под понятием оптической характеристики материалов подразумеваются коэффициент отражения, поглощения и излучения тепла и степень черноты. Благодаря разработке подходящего лабораторного устройства «альбедометр» удалось определить оптические характеристики всех видов строительных материалов, которые применяются или будут применяться в сельскохозяйственном строительстве. Некоторые научно-исследовательские работы и производственная практика подтвердили, что использование оптических характеристик материалов влияет на защиту интерьеров животноводческих помещений с легкой внешней контурной конструкцией и дает весьма положительные результаты при создании оптимального микроклимата и повышении производственной продуктивности сельскохозяйственных животных.

строительные материалы; альбедометр; оптические характеристики строительных материалов

JANÁČ, K. (Institute of Building and Architecture, Bratislava): *Protection of Large-capacity Stables against Insolation during the Summer Season*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (6) : 359-378.

The use of light-weight building materials in the jackets of large-capacity stables entails new problems connected with protecting the interior of the buildings against insolation during the summer season. One of the possibilities of protection is the utilization of the optical characteristics of building materials. The term "optical characteristics" is understood to be the coefficients of heat reflection, absorption and radiation, and the degree of blackness ϵ . Construction of a suitable laboratory albedometer made it possible to determine the optical characteristics of all kinds of building materials which are being used or will be used in agricultural constructions. Some research work and practical experience have proved that the utilization of the optical characteristics of materials improves the interior environment of the stables built with a light-weight jacket, and provides advantageous conditions for creating a suitable climate and for increasing the production performance of farm animals.

building materials; albedometer; optical characteristics of building materials

JANÁČ, K. (Institut für Bauwesen und Architektur, Bratislava): *Schutz der Großkapazitätsställe vor Insolation in der Sommerperiode*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (6) : 359-378.

Die Verwendung von leichten Baustoffen bei der Montage von Außentragwerken der Großkapazitätsställe bringt neue Probleme beim Schutz des Interieurs vor dem Einfluß der Insolation in der Sommerperiode mit sich. Eine der Möglichkeiten des Schutzes ist die Ausnutzung der optischen Charakteristiken der Baustoffe. Unter Begriff optische Charakteristik der Materialien versteht man den Reflexionskoeffizienten, die Absorption und Wärmeausstrahlung und den Schwärzegrad ϵ . Durch die Lösung einer optimalen Laboreinrichtung „Albedometer“ konnten die optischen Charakteristiken bei allen Arten der Baustoffe festgelegt werden, die im Bauwesen der Landwirtschaft benutzt werden, oder die in der Zukunft ihre Anwendung finden. Einige Forschungsarbeiten, und auch die Praxis bestätigten, daß die Ausnutzung der optischen Charakteristiken der Materialien auf den Schutz des Interieurs

der Ställe mit einem leichten Außentragwerk einen Einfluß ausübt, und bei der Schaffung optimalen Klimas wie auch bei der Erhöhung der Produktionsleistung der landwirtschaftlichen Nutztiere positive Ergebnisse bringt.

Baumaterialien; Albedometer; optische Charakteristiken der Baumaterialien

Adresa autora:

Doc. ing. Karol Janáč, DrSc., Ústav stavebníctva a architektúry, Dúbravská cesta 9, 885 46 Bratislava

ZÁVISLOSŤ VETRACEJ ÚČINNOSTI OD PARAMETROV MIKROKLÍMY

Pri sledovaní funkcie vetracej techniky je potrebné sledovať, s akým efektom pracuje vetracia technika — vetracia sústava objektu. Z tohto aspektu je významným technicko-ekonomickým ukazovateľom vetracia účinnosť. Nakoľko práce v tejto oblasti — hodnotenie vetracej techniky z uvedených hľadísk — sú ojedinelé, možno voliť rozdielne metodické postupy pri rozpracovaní týchto otázok, pričom základnou úlohou pri hľadaní závislostí pre vetráciu účinnosť je zistiť, s akým efektom sú exploataované jednotlivé vetracie systémy používané v živočíšnej výrobe. Treba konštatovať, že súčasne budované objekty — ustajňovacie priestory kladú zvýšené nároky na funkciu vetracej techniky v dôsledku zvyšovania koncentrácie chovaných zvierat a tým i zvyšovania biologickej záťaže. Pričom treba mať na zreteli i rozdielnosť podmienok, ktoré sú v dôsledku technologicko-stavebného riešenia, systému ustajnenia — spôsobu chovu a mikroklimatických podmienok.

Celková vetracia účinnosť je uvažovaná ako ukazovateľ celkového vetracieho efektu; jednotkovú vetracia účinnosť ako závislosť celkovej vetracej účinnosti a počtu výmen vzduchu. Účinnosť ako základný parameter je bežne používaný v technickej praxi.

Otázkou vetracej účinnosti vo vzťahu k vetracej výkonnosti sa zaoberal Kadlec (1977). Pričom ideálny stav by bol vtedy, ak $\eta_v = 1$, za predpokladu, že jednou výmenou vzduchu vo vetracom priestore by bola dosiahnutá koncentrácia škodlivín, akú má čerstvý vzduch, zvýšená o množstvo škodliviny vyprodukované v priestore po dobu výmeny vzduchu. Vlastnú účinnosť η_{vetr} potom definuje ako pomer nameranej koncentrácie škodliviny v odvádzanom (Z_n) vzduchu, zmenšenej o koncentráciu škodliviny vo vonkajšom vzduchu (Z_d) ku dovolenej koncentrácii (Z_d), zmenšenej o koncentráciu škodliviny vo vonkajšom vzduchu.

$$\eta_{vetr} = \frac{Z_n - Z_v}{Z_d - Z_v}$$

Respektíve pri využití postupu, pri ktorom sa uskutoční zamorenie vetraného priestoru, prípadne zadymenie vyjadruje účinnosť ako pomer času potrebného na jednu výmenu vzduchu (T_1) k času na vyčistenie — vyvetranie objektu (T_v). Takto vyjadrená účinnosť je daná vzťahom

$$\eta_{vetr} = \frac{T_1}{T_v}$$

Po dosadení a úprave je pri meraní zamorením

$$\eta_{vetr} = \frac{W \cdot 3600}{V_p \cdot T_v}$$

kde: W — kubatúra vetraného priestoru (m^3)

V_p — požadované množstvo čerstvého vzduchu, ktoré je potrebné priviesť do vetraného priestoru, aby koncentrácia škodlivín neprestúpila dovolenú hranicu (Z_d) ($m^3 h^{-1}$)

T_v — čas na vyvetranie objektu (s)

T_1 — čas na jednu výmenu vzduchu (s)

Pri meraní zadymovaním je vzťah tento

$$\eta_{vetr} = \frac{W \cdot n \cdot 3600}{V_p \cdot \sum_{i=1}^n t_i}$$

kde: t_i — čas jednotlivých pozorovateľov (s)

n — počet pozorovateľov

Pri výpočte vetracej výkonnosti je potrebné poznať už vetráciu účinnosť existujúcich vetracích systémov a podľa toho potom voliť pravdepodobne dosiahnuteľnú vetráciu účinnosť pre podobné objekty.

METODIKA

Cieľom práce bolo zistenie závislosti vetracej účinnosti na základe parametrov mikroklimy maštalí.

Pri sledovaní základného cieľa sa vychádzalo z parametrov vzduchu v maštalných objektoch a vonku (t, q, i, x, ρ), produkcie tepla Q , vodnej pary H_2O a CO_2 , prípadne ďalších zdrojov — výparu, škodlivín nebiologického pôvodu, množstva privedeného vzduchu a jeho (i, x, ρ, CO_2).

Hľadaný bol vzťah pre celkovú vetráciu účinnosť (η_V) podľa parametrov tepla (Q), vodnej pary (H_2O) a podľa CO_2 . Pre využitie v podmienkach vetrania objektov je zohľadnená vetracia výkonnosť (V) a kubatúra vetraného objektu (W).

Z celkovej vetracej účinnosti bol prevedený prepočet na jednu výmenu vzduchu (x), ako jednotkového ukazovateľa efektu odvodu škodlivín jednou výmenou vzduchu, t. j. jednotkovej vetracej účinnosti (η_{vx}).

VÝSLEDKY

Pri stanovení závislosti celkovej vetracej účinnosti (η_V) od parametrov mikroklimy sa vychádza z obecne uvažovaného odvodu škodlivín (O). Pričom odvod škodlivín v danej závislosti je relatívna hodnota, ktorú získame zo vzájomného pomeru celkove odvedenej škodliviny, vyjadrenej v absolútnych množstvách (X_O) ku absolútne privedenému množstvu škodliviny vrátane produkcie škodlivín všetkými zdrojmi (X_P), vyjadrenej rovnako v absolútnych množstvách jednotlivých škodlivín.

Pre stanovenie závislosti celkovej vetracej účinnosti od parametrov mikroklimy, t. j. prehodnotenie účinnosti vetracieho systému na odvod škodlivín, platia tieto základné vzťahy:

$$\eta_V = \frac{X_O}{X_P} = \frac{X_P - X_Z}{X_P} = 1 - \frac{X_Z}{X_P}$$

T. j. η_V danej vetracej sústavy sa stanoví pre praktické podmienky v objektoch z privedeného absolútneho množstva škodliviny (X_P) z vonkajšieho vzduchu; do tohto množstva sa započíta produkcia škodlivín zvieratami a z ostatných zdrojov škodlivín, ktoré sú dané systémom ustajnenia — odpar pri bezpodstielkovom ustajnení, prípadne ďalšími zdrojmi — spaliny zo spaľovacích motorov pri prejazdnych objektoch a podobne.

Odvedené množstvo škodliviny (X_O) sa stanoví ako rozdiel absolútne privedeného množstva škodliviny a absolútneho zbytku škodliviny (X_Z), ktorá zostáva v objekte pri prevádzkovaní vetracej sústavy. Po určitej dobe prevádzkovania vetracej sústavy dochádza za „konštantných“ podmienok k „rovnovážnemu stavu“ a celková vetracia účinnosť (η_V) je pre danú vetráciu sústavu viac-menej konštantné číslo, pričom závisí od zmeny parametrov prívodu, produkcie a odvodu škodlivín, resp. zbytku škodlivín.

$$X_O = X_P - X_Z$$

Pri stanovovaní zbytku (X_Z) sa vychádza z priebežných meraní koncentrácie, respektíve obsahu vlhkosti a tepelného obsahu, podľa sledovaného parametra. Z nameraných koncentrácií, v priebehu činnosti vetracej techniky, na viacerých miestach v objekte sa určí priemerná koncentrácia (tepelná-vlhkostný obsah), z ktorých sa pri danej kubatúre (W_m) vetraného priestoru určí absolútna hodnota zbytku pre sledovaný časový úsek funkcie vetracej techniky.

Nakoľko výkonnosť vetracej sústavy sa stanovuje za hodinový časový úsek, tak i jednotlivé absolútne hodnoty X_P , X_O sú určované na základe bilancie za hodinu.

STANOVENIE CELKOVEJ VETRACEJ ÚČINNOSTI NA ZÁKLADE ODVODU KYSLIČNÍKA UHLIČITÉHO

Na základe predchádzajúceho základného vzťahu pre η_V možno podľa odvodu kyslíčnika uhličitého stanoviť celkovú vetráciu účinnosť takto:

$$\eta_{V, CO_2} = \frac{C_P - C_Z}{C_P} = 1 - \frac{C_Z}{C_P}$$

kde: C_P — produkcia CO_2 včítane prívodu CO_2 vonkajším vzduchom, prípadne i produkcia nebiologickou cestou, vyjadrená v absolútnych hodnotách (m^3); uvažované za sledovanú časovú jednotku; v prípade vetrania za hodinu

C_Z — absolútny zbytok CO_2 v maštalnom vzduchu (m^3)

$$C_P = C_{prv} + C_{prod} + C_{nz}$$

kde: C_{prv} — prívod CO_2 z vonkajšieho vzduchu (m^3)
 C_{prod} — produkcia CO_2 ustajnených zvierat (m^3)
 C_{nz} — produkcia CO_2 nebiologickými zdrojmi (m^3)

$$C_Z = C_m \cdot W_m$$

kde: C_m — obsah CO_2 v maštalnom vzduchu ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$)

$$C_m = 0,01 \cdot C$$

C — percentuálny obsah CO_2 v maštalnom vzduchu (%)

W_m — kubatúra sledovaného priestoru bez technologických zariadení a obsahu zvierat (m^3)

potom platí pre

$$\eta_{V; \text{CO}_2} = 1 - \frac{0,01 \cdot W_m \cdot C}{C_{prv} + C_{prod} + C_{nz}}$$

Stanovenie jednotkovej vetracej účinnosti na základe odvodu kyslíčnika uhličitého

Pre zistenie jednotkovej vetracej účinnosti podľa sledovaného parametra sa vychádza z celkovej vetracej účinnosti, pričom sa berie do úvahy počet výmen vzduchu (x).

Potom pre jednotkovú vetráciu účinnosť platí vzťah:

$$\eta_{vx} = \frac{\eta_V}{x}$$

Pre jednotkovú vetráciu účinnosť na základe odvodu kyslíčnika uhličitého platí:

$$\eta_{vx; \text{CO}_2} = \frac{1 - \frac{0,01 \cdot C \cdot W_m}{C_{prv} + C_{prod} + C_{nz}}}{x}$$

STANOVENIE CELKOVEJ VETRACEJ ÚČINNOSTI NA ZÁKLADE ODVODU VODNEJ PARY

Pri stanovení celkovej vetracej účinnosti na základe odvodu vodnej pary sa postupovalo rovnako ako v predchádzajúcom. Pričom do úvahy sú brané parametre vlhkého vzduchu v sledovanom objekte a vonku, t. j. A_{vi} , A_{ve} ; x_i , x_e ; ϱ_i , ϱ_e .

Potom pre celkovú vetráciu účinnosť platí:

$$\eta_{V; \text{H}_2\text{O}} = \frac{G_P - G_Z}{G_P} = 1 - \frac{G_Z}{G_P}$$

kde: G_P — produkcia vodnej pary zvieratami, výpar a privedené množstvo vodnej pary vetracím vzduchom, prípadne i nebiologické zdroje vyjadrené v absolútnych hodnotách (g); uvažované za sledovanú časovú jednotku; v prípade vetrania za hodinu

G_Z — absolútny zbytok vlhkosti, obsah vlhkosti v maštalnom vzduchu (g)

$$G_P = G_{prv} + G_{prod} + G_{vp} + G_{nz}$$

kde: G_{prv} — prívod vodnej pary vetracím vzduchom (g)

G_{prod} — produkcia vodnej pary zvieratami (g)

G_{vp} — produkcia vodnej pary výparom (g)

G_{nz} — produkcia vodnej pary nebiologickými zdrojmi (g)

$$G_{prv} = A_{ve} \cdot V, \text{ resp. } G_{prv} = x_e \cdot \varrho_e \cdot V$$

A_{ve} — absolútna vlhkosť vonkajšieho vzduchu ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

V — výkonnosť vetracieho systému ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)

A_{vi} — absolútna vlhkosť maštaného vzduchu ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

- x_e — merná vlhkosť privádzaného vzduchu ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 ϱ_e — merná hmotnosť privádzaného — vonkajšieho vzduchu ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
 x_i — merná vlhkosť maštalného vzduchu ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 ϱ_i — merná hmotnosť maštalného vzduchu ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$$G_Z = A_{vi} \cdot W_m, \text{ resp. } G_Z = x_i \cdot \varrho_i \cdot W_m \text{ (g)}$$

potom platí pre

$$\eta_{V; \text{H}_2\text{O}} = 1 - \frac{A_{vi} \cdot W_m}{V \cdot A_{ve} + G_{prod} + G_{vp} + G_{nz}}$$

$$\text{resp. } \eta_{V; \text{H}_2\text{O}} = 1 - \frac{x_i \cdot \varrho_i \cdot W_m}{x_e \cdot \varrho_e \cdot V + G_{prod} + G_{vp} + G_{nz}}$$

STANOVENIE JEDNOTKOVEJ VETRACEJ ÚČINNOSTI NA ZÁKLADE ODVODU VODNEJ PARY

Pre stanovenie jednotkovej vetracej účinnosti na základe odvodu vodnej pary platí s ohľadom na počet výmen vzduchu (x) tento vzťah:

$$\eta_{vx; \text{H}_2\text{O}} = \frac{1 - \frac{A_{vi} \cdot W_m}{V \cdot A_{ve} + G_{prod} + G_{vp} + G_{nz}}}{x}$$

$$\text{resp. } \eta_{vx; \text{H}_2\text{O}} = \frac{1 - \frac{x_i \cdot \varrho_i \cdot W_m}{x_e \cdot \varrho_e \cdot V + G_{prod} + G_{vp} + G_{nz}}}{x}$$

STANOVENIE CELKOVEJ VETRACEJ ÚČINNOSTI NA ZÁKLADE ODVODU TEPLA

Stanovenie celkovej vetracej účinnosti na základe odvodu tepla vychádza z rovnakých základných závislostí ako v predchádzajúcom. Pri výpočte sú brané do úvahy teplota vzduchu v objekte a vonku (t_i, t_e) a tepelný obsah vzduchu v objekte a vonku vyjadrený entalpiou (i_i, i_e). Potom platí pre celkovú vetráciu účinnosť

$$\eta_{V; Q} = \frac{Q_P - Q_Z}{Q_P} = 1 - \frac{Q_Z}{Q_P}$$

kde: Q_P — je celkové teplo produkované zvieratami a privedené teplo vetracím vzduchom. Do úvahy by mali byť brané i tepelné straty v zimnom období a prípadne tepelné zisky v letnom období (kJ; resp. kcal), uvažované za sledovanú časovú jednotku — v prípade vetrania za hodinu

Q_Z — celkový zbytok tepla — tepelný obsah maštalného vzduchu (kJ)

$Q_Z = i_i \cdot \varrho_i \cdot W_m$

i_i — entalpia maštalného vzduchu ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)

$$Q_P = Q_{prv} + Q_{prod} - Q_s + Q_z$$

kde: $Q_{prv} = i_e \cdot \varrho_e \cdot V$

i_e — entalpia privádzaného vzduchu ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Q_{prod} — celkové teplo produkované zvieratami (kJ) uvažované za sledovanú časovú jednotku

Q_s — celkové teplo odvedené obvodovými konštrukciami (kJ), uvažované za sledovanú časovú jednotku

Q_z — celkové teplo získané v lete, tepelná záťaž (kJ), uvažované za sledovanú časovú jednotku

potom platí pre

$$\eta_{V; Q} = 1 - \frac{i_i \cdot \varrho_i \cdot W_m}{i_e \cdot \varrho_e \cdot V + Q_{prod} - Q_s + Q_z}$$

Stanovenie jednotkovej vetracej účinnosti na základe odvodu tepla

Pre stanovenie jednotkovej vetracej účinnosti na základe odvodu tepla platí s ohľadom na počet výmen vzduchu (x) tento vzťah

$$\eta_{ex}; Q = \frac{1 - \frac{i_t \cdot Q_t \cdot W_m}{i_e \cdot Q_e \cdot V + Q_{prod} - Q_s + Q_z}}{x}$$

DISKUSIA

Pri hodnotení súčasného stavu v tejto oblasti možno vychádzať z toho, že súčasne exploatavané objekty dosahujú nízkych jednotkových vetracích účinností. V zmysle použitého výpočtového postupu jednotková vetracia účinnosť závisí nepriamo od počtu výmen vzduchu. Požadovaný počet výmen vzduchu je v súčasných širokorozponových, respektive monoblokových stavbách pre chov dobytky $x_p > 15$, pre ostatné druhy hospodárskych zvierat pri ich vysokej koncentrácii podstatne vyšší. Ak vezmeme iba 10-násobnú výmenu vzduchu, pri ktorej by bol dosiahnutý teoreticky maximálne možný odvod škodlivín 1, v prepočte možno dosiahnuť teoreticky maximálnu jednotkovú vetráciu účinnosť 0,1, t. j. 10 %, v prípade $x_p = 20$ iba 0,05 maximálnu teoretickú jednotkovú vetráciu účinnosť (5 %). Pri počte výmen $x_p > 3$ v mašaliach s malým rozponom, t. j. hranica pri ktorej je vždy nútená výmena vzduchu, ktorou možno dosiahnuť maximálnu teoretickú jednotkovú vetráciu účinnosť 0,33. V prípade, že $x_p > 3$ je hranicou pre výpočet výmen vzduchu, tak je 0,33 hranicou jednotkovej účinnosti, akú možno dosiahnuť pri súčasnej vetracej technike. Pre súčasne budované objekty je pre zaistenie odvodu škodlivín požadovaný počet výmen vzduchu $x_p > 15$, z toho aspektu je možno dosiahnuť jednotkovú vetráciu účinnosť 0,066 veľmi nízku.

Z uvedeného možno konštatovať, že pri vzrastajúcom počte výmen vzduchu klesá jednotková vetracia účinnosť. Treba zvažovať vysoký počet výmen vzduchu, nakoľko rozdiel vo vetracej účinnosti je napr. medzi $x_p = 20$ a $x_p = 15$ (-0,016) pri klesajúcich hodnotách jednotkovej účinnosti.

V prípade, ak k teoreticky nízkej jednotkovej vetracej účinnosti pripočítame celý rad závažných nedostatkov, ktoré sa vyskytujú v realizovaných objektoch, strátové prúdenie vzduchu, nevhodne použitý vetrací systém a pod., celkový efekt výmeny vzduchu sa nám ešte zníži.

Uvedené celkové veľmi nízke hodnoty jednotkovej vetracej účinnosti nie je možno tolerovať pri úprave parametrov vzduchu, nakoľko celkový efekt úpravy vzduchu sa stáva neúmerňným nákladom na ich úpravu.

V predloženom postupe je definovaná jednak celková vetracia účinnosť na základe tepelno-vlhkostnej bilancie CO_2 , t. j. produkcie Q , H_2O , CO_2 , privedeného Q , H_2O , CO_2 , prípadného zvýšenia nebiologickou cestou, vetracej výkonnosti, kubatúry maštale a nameraných parametrov v sledovaných objektoch a vonku a v prepočte na jednu výmenu vzduchu je určená jednotková vetracia účinnosť.

Takto vypočítaná hodnota celkovej a jednotkovej vetracej účinnosti závisí od kubatúry maštale, v prepočte je vyjadrený zbytok podľa sledovaného parametra ako násobok W a príslušného i_t , x_t , Q_t , C_m . Ďalej je závislosť daná pomerom zbytku ku produkovanému a privedenému množstvu príslušného Q , H_2O , CO_2 , ktoré je vyjadrené ako násobok vetracej výkonnosti a príslušného i_e , x_e , Q_e , C_v a príslušnej produkcie, výparu a nebiologických zdrojov.

Prepočet na jednu výmenu vzduchu čiastočne sťažuje vzájomné porovnanie hodnôt jednotkovej vetracej účinnosti, nakoľko tieto sú podstatne nižšie pri vyššom počte výmen vzduchu i pri vyššej celkovej vetracej účinnosti. Vzájomné presné porovnanie by bolo možné vtedy, ak by sledované objekty mali rovnaké dimenzie čo do V , W_m a rovnakej biologickej záťaže, mikroklimatických podmienok, tepelno-izolačných vlastností a ďalších činiteľov, ktoré môžu ovplyvniť funkčnosť vetracej techniky.

Takto získané hodnoty celkovej a jednotkovej vetracej účinnosti treba pri vzájomnom porovnaní posudzovať z uvedených hľadísk.

ZÁVER

Uvedený postup výpočtu celkovej a jednotkovej vetracej účinnosti možno využiť pri hodnotení vetracích systémov. Takto získané hodnoty treba spätne zohľadniť pri návrhu vetracích sústav. Definovanú celkovú vetráciu účinnosť η_v treba zaradiť ako koeficient do výpočtových postupov množstva privádzaného vzduchu — vetracej výkonnosti, aby sa pri výpočte zohľadnil celkový efekt odvodu škodlivín. Tento je podľa praktických meraní a použitia uvedeného výpočtu významne rozdielny pri jednotlivých vetracích systémoch. Lepší odvod škodlivín zabezpečujú pretlakové vetracie systémy s rozvodom vzduchu v porovnaní s jednotkovou podtlakovou ventiláciou.

Literatúra

KADLEC, V.: Větrací účinnost a větrací výkonnost. Zeměd. Techn., 23, 1977, č. 9, s. 529-534.

Došlo dňa 24. 4. 1979

*Ing. Jaroslav Šottník, CSc.,
Výskumný ústav živočišnej výroby, 949 92 Nitra*

OBSAH

Rybka A.: Nerovnoměrnost výsevu u pneumatického přetlakového výsevního ústrojí	321
Maleř J.: Indikátor poklesu otáček pracovních hřídelů sklízecích mlátiček	329
Sedláček V.: Vyvážení čidla tribometru pro agrobiologické materiály	343
Janáč K.: Ochrana veľkokapacitných stajní pred insoláciou v letnom období	359
AKTUALITY	
Šottník J.: Závislosť vetracej účinnosti od parametrov mikroklimy	379

СОДЕРЖАНИЕ

Рыбка А.: Неравномерность высева у пневматического высевающего устройства с избыточным давлением	328
Малерж Й.: Индикатор понижения числа оборотов рабочих валов у зерновых комбайнов	342
Седлачек В.: Балансировка датчика трибометра для агrobiологических материалов	357
Янач К.: Защита крупногабаритных животноводческих помещений от инсоляции в летний период	377

CONTENTS

Rybka A.: Unevenness of Sowing from a Pneumatic Pressure Sowing Mechanism	328
Maleř J.: An Indicator of Speed Drop in the Working Shafts of Harvester-threshers	342
Sedláček V.: Balancing of the Tribometer Sensor for Agrobiological Materials	357
Janáč K.: Protection of Large-capacity Stables against Insolation during the Summer Season	377

INHALT

Rybka A.: Ungleichmäßigkeit der Aussaat beim pneumatischen Überdrucksäeorgan	(E) 328
Maleř J.: Drehzahlabfallanzeiger für Mähdrescherwellen	(E) 342
Sedláček V.: Abgleich des Fühlers vom Tribometer für agrobiologische Materialien	357
Janáč K.: Schutz der Großkapazitätsställe vor Insolation in der Sommerperiode	377

Rukopis odevzdán k tisku 19. 3. 1980 - Podepsáno k tisku 27. 5. 1980

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, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.