

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

9

ROČNÍK 30 (LVII)
PRAHA
ZÁŘÍ 1984
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Vladimír Píša, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1984

■

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělská technika. Vydává Československá 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 ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■

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

ENERGETICKÝ ZISK SYSTÉMŮ PRO OHŘEV VODY SLUNEČNÍMI KOLEKTORY

S. Haš, J. Bouček

HAŠ, S. — BOUČEK, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Energetický zisk systémů pro ohřev vody slunečními kolektory*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 513—526.

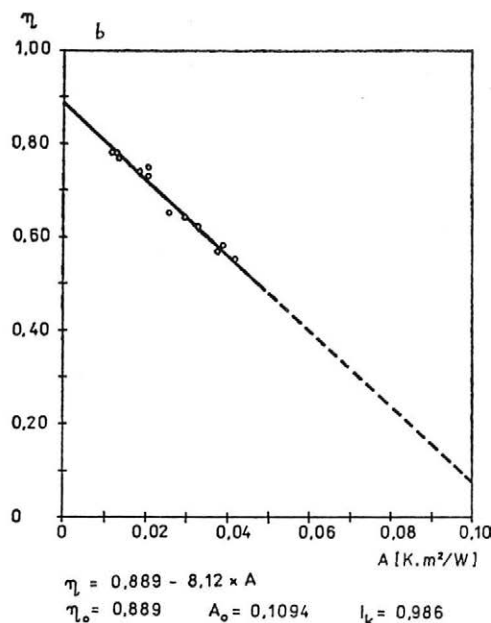
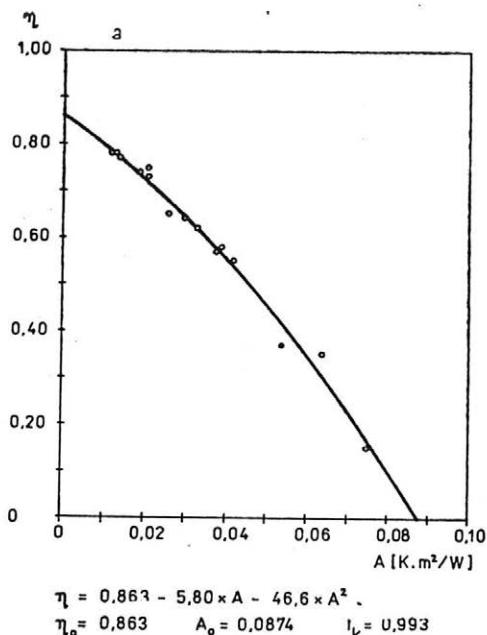
Jsou uvedeny teoretické podklady pro praktickou aplikaci slunečních kolektorů jako součástí systémů pro ohřev užitkové vody. Vychází se ze znalosti teorie a charakteristik účinnosti čs. kolektorů a modelu slunečního záření (Haš, 1980, 1981). Tato práce doplňuje teorii účinnosti slunečního kolektoru o rozbor vlivu optické propustnosti krytu kolektoru a úhlu dopadu paprsků a vlivu průtoku a měrného tepla použité teplotnosné kapaliny. Další část je věnována přenosu získaného tepla do akumulární nádoby prostřednictvím výměníku. Jsou odvozeny vztahy pro přestup tepla ve výměníku ponořeném v akumulární nádobě. Výpočet je porovnán s výsledky měření výměníku. Pro výpočet energetického zisku kolektorového systému je stanovena rovnice energetické bilance okruhu a naznačen postup výpočtu postupného nárůstu teploty vody v akumulčním zásobníku s uvážením všech vlivů. Dosažené výsledky zdůrazňují značný vliv volby objemu akumulčního zásobníku v poměru k ploše kolektorů — tzv. měrného objemu zásobníku — na výsledný zisk energie ze systému jako celku. Přehledně je porovnán energetický zisk kolektorového systému se dvěma různými výměníky a systému bez výměníku a jsou uvedena opatření, jak zvýšit jejich efektivnost.

využití slunečních kolektorů; výměník tepla v systému s kolektory; akumulace tepla v systému s kolektory; měrný objem akumulčního zásobníku; sdílení tepla ve výměníku

Po určité konjunktuře v zavádění slunečních kolektorů pro ohřev vody se dospělo k poznání, že ekonomická efektivnost slunečních systémů je velmi labilní. Ukazuje se, že je mnoho faktorů, dříve zanedbávaných, které se musí brát v úvahu při navrhování systémů pro ohřev vody slunečními kolektory a které mají podstatný vliv na energetickou a ekonomickou efektivnost. Kromě konstrukce vlastních kolektorů je to správný výpočet dopadající a zachycené sluneční energie, vliv velikosti akumulčního zásobníku, popřípadě počtu zásobníků, vliv výměníků tepla mezi kolektorovým okruhem a akumulčním zásobníkem a vliv způsobu odběru ohřáté vody.

Pro výpočet dopadající sluneční energie se v praxi stále používá model, který u nás publikoval Hesoun (1971). Z tohoto modelu vychází zejména Cihelka (1978, 1981), který uveřejnil metodu výpočtu slunečního záření a její aplikaci na sluneční kolektory. Tyto podklady se neshodují s výsledky měření, ke kterým dospěli Páleník (1978) a Vaníček (1980). Zejména je podceněna difúzní složka záření, jejíž výpočet vychází za součinitele propustnosti oblaků, zaměňovaným se součinitelem difúzní složky záření. Dalším nedostatkem je, že se výpočty uvádějí pouze pro součinitele znečištění atmosféry $T = 3$, což je hodnota, které se dnes dosahuje jen v zimních měsících (Fehér, 1982). Výpočty vůbec nerespektují značné změny znečištění atmosféry během roku.

S ohledem na poslední zahraniční poznatky, které publikovali zejména Barbaro aj. (1980), a na výsledky měření Hydrometeorologického ústavu, výzkumné pracoviště Hradec Králové, byl sestaven nový matematický model energetického přílivu dopadají-

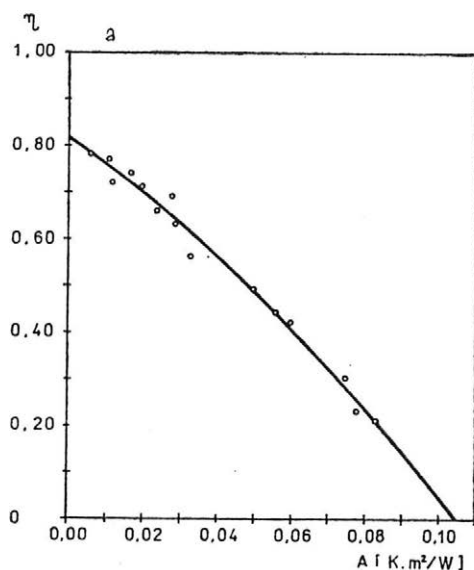


1. Charakteristika účinnosti slunečního kolektoru SP 80/08: a) naměřené hodnoty s regresní křivkou 2. stupně; b) přibližně linearisovaná charakteristika pro omezený interval $0 < A < 0.05$ — Characteristics of the efficiency of solar collector SP 80/08: a) measured values with regression curve of 2nd degree; b) approximately linearized characteristics for a limited interval $0 < A < 0.05$

cího slunečního záření (Haš, 1981). Ten umožňuje výrazně zpřesnit výpočty dopadajícího záření na různě orientované plochy a stanovit roční průběh součinitele znečištění atmosféry a součinitele difúzní složky záření.*) Pracovištěm Hydrometeorologického ústavu v Hradci Králové byly zpracovány mapy globálního a difúzního záření pro celé území ČSSR. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha zpracoval ve spolupráci s HMÚ Praha mapy slunečního svitu pro ČSR. Tím jsou připraveny podklady pro široké rozšíření nového modelu a pro správné, skutečné situaci odpovídající výpočty. (Model byl naprogramován pro počítač HP 9830 a HP 85.)

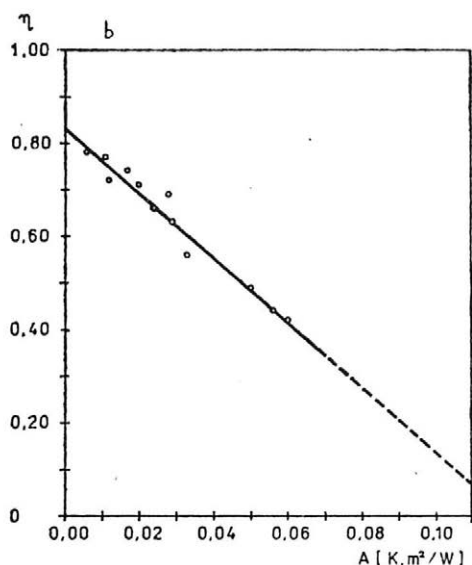
Kromě správných údajů o slunečním záření je třeba zadávat i správné údaje o požadované teplotě vody. Je nutné opustit způsob výpočtů, při kterém se počítá s konstantní teplotou vody a stálou účinností kolektorů. Je dobře známo (např. Haš, 1980), že účinnost kolektorů je závislá na teplotě vody, teplotě okolního vzduchu a ozáření. Teplota vody se během dne i roku značně mění. Dosahovaná teplota je závislá nejen na intenzitě ozáření a na tepelných ztrátách kolektorů, ale také na měrném objemu akumulčního zásobníku, to je na poměru objemu akumulátoru k aktivní ploše kolektorů. Z toho vyplývá, že energetický přínos slunečních kolektorů nemůže být hodnocen jen podle vlastností samotných kolektorů, ale vždy v celém systému k ohřevu vody sluneční energií.

*) V uvedeném popisu modelu (Haš, 1981) jsou ve vzorcích (34) až (48) uváděny hodnoty $W_{MPT}(i)$ namísto správných hodnot $W_{MPT}(i) : s_r$. Ve výpočtových programech pak je možné doplnit funkční vztah (21) regresním výrazem $\omega = 0.555 + 0.43 \cos \Phi + 0.4 \cos^2 \Phi - 0.082 \cos^4 \Phi$.



$$\eta = 0,8177 - 5,51 \times A - 22,0 \times A^2$$

$$\eta_o = 0,8177 \quad A_o = 0,1046 \quad I_k = 0,993$$



$$\eta = 0,8346 - 6,95 \times A$$

$$\eta_o = 0,8346 \quad A_o = 0,1201 \quad I_k = 0,981$$

2. Charakteristika účinnosti slunečního kolektoru ES 930.01: a) naměřené hodnoty s regresní křivkou 2. stupně; b) přibližně linearisovaná charakteristika pro omezený interval $0 < A < 0,07$ — Characteristics of the efficiency of solar collector ES 930.01: a) measured values with regression curve of 2nd degree; b) approximately linearized characteristics for a limited interval $0 < A < 0,07$

METODA VÝPOČTU ENERGIE VYUŽITÉ VE SLUNEČNÍM SYSTÉMU PRO OHŘEV VODY

Měřením zjištěná závislost účinnosti kolektorů na vnějších podmínkách je zpravidla křivka (jak je zřejmé např. z obr. 1a, 2a). Zde jsou uvedeny charakteristiky československých kolektorů SP 80/08 s Cu absorberem a jednou skleněnou deskou (výrobce OPS Kroměříž) a ES 930.01 s Fe absorberem a jednou skleněnou deskou (výrobce Elektrosvit Nové Zámky). V našich pracích zásadně používáme hodnot účinnosti podle metodiky RVHP, stanovených na průmět aktivní plochy absorberu. Pro účely dalších výpočtů nahrazujeme uvedené průběhy regresní přímkou typu

$$\eta = F_R \left[D - U \frac{t_v - t_o}{E} \right] \quad (1)$$

kde: η — celková účinnost kolektoru (—)
 D — optická účinnost kolektoru (—)
 U — součinitel celkových ztrát ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$), určený směrnici přímkové závislosti účinnosti (výpočtová hodnota)
 t_v — teplota vody vstupující do kolektoru ($^{\circ}\text{C}$)
 t_o — teplota okolního vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)
 F_R — činitel využití energie (—)
 E — ozáření ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

Optická účinnost je dána součinitelem propustnosti transparentních krytů kolektoru a součinitelem pohltivosti povrchu absorberu. Ve vztazích pro účinnost kolektoru se vždy udává hodnota propustnosti při nulovém úhlu dopadu záření. Při šikmém dopadu

přímého slunečního záření je třeba optickou účinnost kolektoru redukovat činitelem změny F_p . Obdobně je nutné redukovat optickou účinnost při dopadu difúzního záření činitelem změny F_d .

Jde-li o kolektor zasklený průzračným sklem a s plochým absorberem, u kterého se uplatňuje přímá kosinusová závislost výkonu na úhlu dopadu záření, je při jednoduchém zasklení

$$F_{p1} = \frac{\tau_{p1}}{\tau_{11}}, \quad F_{d1} = \frac{\tau_{d1}}{\tau_{11}} \quad (2)$$

a při dvojitým zasklení

$$F_{p2} = \frac{\tau_{p2}}{\tau_{11} \cdot \tau_{12}} (1 - R_{11}^2), \quad F_{d2} = \frac{\tau_{d2}}{\tau_{11} \cdot \tau_{12}} (1 - R_{11}^2) \quad (3)$$

kde: τ_{p1}, τ_{p2} — propustnosti jednou nebo dvěma skleněnými deskami při obecném úhlu dopadu přímého záření (určují se známými fyzikálními vztahy, jejichž aplikace uvádějí např. Haš a Jelínková, 1983)

τ_{d1}, τ_{d2} — propustnosti při dopadu difúzního záření oblohy nebo oblaků

τ_{11}, τ_{12} — propustnost jednotlivých desek pro přímé kolmo dopadající záření

R_{11} — celková odraznost skleněné desky při kolmém dopadu přímého záření

Není-li závislost výkonu kolektoru na úhlu dopadu kosinusová, ale obecně $P_{p\phi} = f(\phi)$, platí

$$F_p = \frac{P_{p\phi}}{P_{p1} \cdot \cos \phi}, \quad F_d = \frac{P_d}{P_{p1}} \quad (4)$$

kde: P_{p1} — výkon kolektoru při kolmém záření

P_d — výkon kolektoru při difúzním záření stejné intenzity jako P_{p1}

Činitel využití energie F_R ve vzorci (1) lze stanovit vztahem

$$F_R = \frac{M_K \cdot c_K}{U \cdot S} \left[1 - \exp \left(- \frac{F' \cdot U \cdot S}{M_K \cdot c_K} \right) \right] \quad (5)$$

kde: S — aktivní plocha absorberu (m^2)

M_K — hmotnostní průtok teplotnosné kapaliny ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)

c_K — měrná tepelná kapacita teplotnosné kapaliny (měrné teplo, $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

F' — činitel sdílení tepla v kolektoru (—); u sledovaných kolektorů je $F' \approx 0,99$

Z uvedených rovnic je zřejmé, že základní vliv na účinnost kolektoru má měrný přenosový výkon teplotnosné kapaliny $M_K \cdot c_K$ ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$). Je-li jeho hodnota vztahovaná na 1 m^2 kolektoru vyšší než $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, je hodnota $F_R > 0,97$ a s dalším zvyšováním průtoků se zvyšuje již jen nepatrně. Je-li teplotnosnou kapalinou voda, je uvedených hodnot dosaženo při měrném průtoku nad $0,025 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. To platí pro případ, kdy v systému není výměník tepla a ohřátá voda se ihned spotřebovává nebo se ukládá v akumulacním zásobníku přímo spojeném s kolektory.

Jinak je tomu s přenosem tepla v systému s výměníkem. Solární kolektorový okruh může být naplněn nemrznoucí kapalinou. Základní podmínkou pro přenos stejného tepelného výkonu jako v okruhu s vodou je, aby zůstal stejný měrný přenosový výkon. Je-li teplotnosnou kapalinou nemrznoucí směs na bázi propylenglykolu v ředění do -28°C ($c_K = 3350 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), je třeba zvýšit průtok o 25 %, to je na hodnotu alespoň $0,032 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Kromě toho je nutné korigovat výkon slunečního systému s ohledem na tepelnou účinnost výměníku a s ohledem na uspořádání a průtok obou kapalin výměníkem. Beckman aj. (1977) uvádějí, že výkon kolektoru je nutné redukovat opravným součinitelem F'_R/F_R podle vztahu

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[1 + \frac{F_R \cdot U \cdot S}{M_K \cdot c_K} \left(\frac{M_K \cdot c_K}{\eta_t \cdot M \cdot c} - 1 \right) \right]^{-1} \quad (6)$$

kde: $M \cdot c$ — menší měrný přenosový výkon z obou kapalin, které procházejí výměníkem ($W \cdot K^{-1}$)
 η_t — tepelná účinnost výměníku (—)

V průtočném výměníku, který je umístěn mimo akumulární zásobník, lze zajistit takový průtok vody výměníkem, aby měrný přenosový výkon vody $M_v \cdot c_v$ byl stejný jako měrný přenosový výkon teplotně kapalniny $M_K \cdot c_K$. Pak je vliv výměníku na účinnost slunečního systému dán jen tepelnou účinností výměníku η_t .

Ve stojatém zásobníku s vnitřním výměníkem je měrný přenosový výkon vody určen samotizným prouděním vody kolem stěn výměníku v závislosti na rozdílu měrných hmotností právě ohříváné a studené vody a na součiniteli přestupu tepla z výměníku, určeném Grashoffovým číslem.

Ohřev vody na stěnách výměníku se realizuje v teplotní mezní vrstvě h_m , určené tepelnou vodivostí vody λ_v a součinitelem přestupu tepla α (Cihelka, 1975):

$$h_m = \frac{\lambda_v}{\alpha} \quad (7)$$

Ohřátá voda z teplotní mezní vrstvy kolem stěn trubek výměníku stoupá proudem o příčném rozměru $2 h_m$. Aby mohl být stanoven samotizný účinek, je třeba přepočítat průřezovou plochu stoupajícího proudu na plochu stejnou, jako má klesající proud. Je-li výměník tvořen trubkovým válcem umístěným ve válcovitém zásobníku, je přepočtená tloušťka vrstvy teplé vody h_t (m):

$$h_t = \frac{8 h_m^2}{d} \quad (8)$$

kde: d — vnitřní průměr zásobníku vody

Tlak způsobující pohyb vody je pak dán vztahem

$$\Delta p = g \cdot h_t \cdot (\rho_s - \rho_t) \quad (9)$$

kde: g — tíhové zrychlení ($m \cdot s^{-2}$)

ρ_s, ρ_t — měrná hmotnost studené (s) a teplé (t) vody

Uvažujeme-li, že proud teplé vody stoupá do horní části zásobníku a tam se ukládá (rychlost proudu je zde nulová), lze napsat Bernoulliho rovnici, zahrnující i tlakovou ztrátu třením proudící vody:

$$v_s^2 \cdot \rho_s = 2 g \cdot h_t (\rho_s - \rho_t) - \lambda \frac{h}{d} (2 v_s)^2 \cdot \rho_s \quad (10)$$

kde: λ — součinitel tření vody (—)

h — výška zásobníku (m)

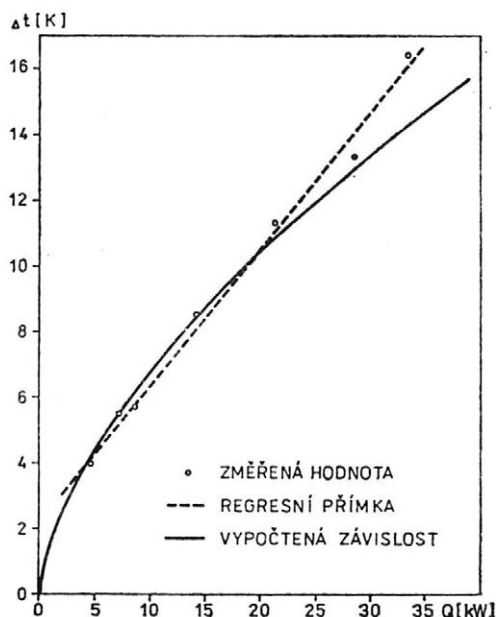
v_s — rychlost proudění vody ($m \cdot s^{-1}$)

Objemový tok vody (Q_v) v zásobníku a hmotnostní tok M_v jsou:

$$Q_v = v_s \cdot \pi \frac{d^2}{4}, \quad M_v = Q_v \cdot \rho_s \quad (11 a, b)$$

Z rovnic (10) a (11) pak dostaneme

$$M_v = \pi d^2 \cdot h_m \sqrt{\frac{g \cdot \rho_s (\rho_s - \rho_t)}{4 \lambda \cdot h + d}} \quad (12)$$



3. Vztah teplotního rozdílu a výkonu výměníku tepla, ponořeného v akumulčním zásobníku (naměřené hodnoty, regresní přímka, vypočtený průběh) — Relation between temperature difference and the performance of heat exchanger submerged in a storage tank (measured values, regression line, calculated curve)

Měrnou hmotnost vody v rozsahu $t_v = 10^\circ\text{C}$ až 70°C lze vyjádřit regresním vztahem

$$\rho = 1000 - 0,0046 \cdot t_v^2 \quad (13)$$

a výraz $\sqrt{g \cdot \rho_s}$ lze položit rovný 99; vztah pro hmotnostní tok se potom upraví na

$$M_v = 21,1 d^2 \cdot h_m \sqrt{\frac{t_t^2 - t_s^2}{4\lambda \cdot h + d}} \quad (14)$$

kde: t_s, t_t — teplota studené (s) a teplé (t) vody ve stoupajícím proudu před výměníkem a za ním

Pro přesnější výpočty, zejména při vyšších teplotních rozdílech vody, by bylo nutné brát v úvahu i změnu součinitele tření λ a součinitele přestupu tepla α s rychlostí proudu.

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ VÝKONU VESTAVĚNÉHO VÝMĚNÍKU

Pro ověření platnosti vztahů (12), popř. (14) byl měřen výkon solárního výměníku vestavěného v akumulčním zásobníku 1250 l. Tyto výměníky dodává Topos Šluknov pro kompletaci solárního systému s kolektory ES 930. Zásobník je válcová nádoba ve svislé poloze, průměr 0,8 m, výška 2,0 m. Teplonosným médiem byla nemrznoucí kapalina. Měřilo se při konstantním průtoku a vždy při nastavení konstantní vstupní teploty teplonosné kapaliny. Měřena byla vstupní a výstupní teplota teplonosné kapaliny, teplota vody ve spodní a v horní části zásobníku, průtok teplonosné kapaliny. Výsledky měření i výpočtů jsou uvedeny v grafu na obr. 3 a platí pro základní teplotu studené vody 15°C v zásobníku.

Z uvedených závislostí je zřejmé, že v běžné oblasti slunečního ohřevu vody v kolektorech, tj. do $\Delta t = 10\text{ K}$, poměrně dobře souhlasí naměřené a vypočtené hodnoty. Při větším přírůstku teploty, a tedy větším Δt , by bylo nutné při výpočtu předpokládat již změnu Reynoldsova i Grashoffova čísla. Tyto změny se při větších rychlostech proudění vody projeví ve snižování součinitele tření, zvyšování součinitele přestupu tepla,

a tím ve zmenšování tloušťky tepelné mezní vrstvy. Důsledek těchto jevů je v tom, že výkon výměníku stoupá se zvyšujícím se teplotním rozdílem pomaleji, než vyplývá ze zjednodušeného výpočtu.

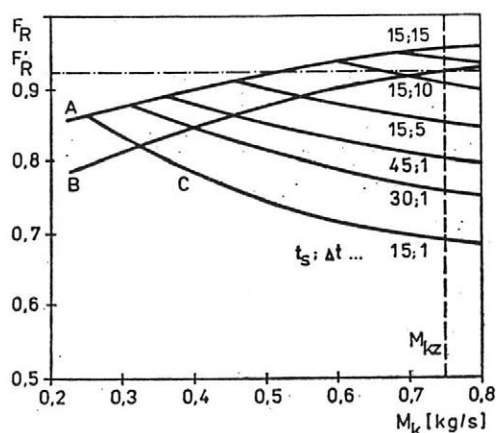
MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI SYSTÉMŮ S VESTAVĚNÝM VÝMĚNÍKEM

Rozbor vzorce pro opravný součinitel F'_R/F_R ukazuje, že účinnost systémů s vnitřním výměníkem by bylo možné zvýšit snížením průtoku M_K v kolektorovém okruhu, např. změnou otáček oběhového čerpadla. Jinou možností je zvýšit rychlost proudění vody kolem stěn výměníku nuceným oběhem vody pomocí vnějšího oběhového čerpadla.

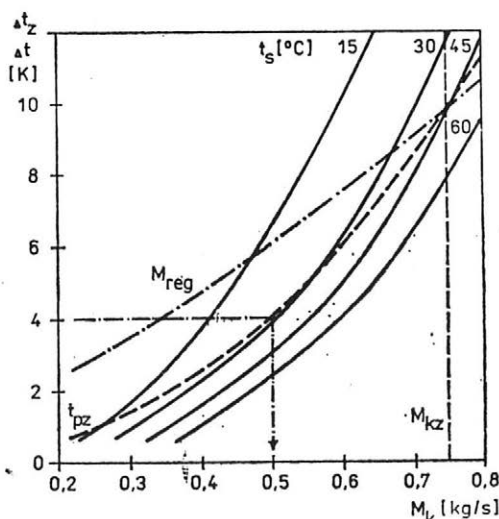
Sledujme poměry, jaké nastávají v kolektorovém systému při změně průtoku teplosnosné kapaliny. Změnou průtoku se mění ohřátí teplosnosné kapaliny i vody v zásobníku podle vztahu

$$t_t - t_s = \frac{M_{Kz}}{M_K} \cdot \frac{F_R}{F_{Rz}} (t_{tz} - t_s) \quad (15)$$

kde: t_{tz} — teplota ohřáté vody při základním průtoku M_{Kz}
 F_{Rz} — činitel využití energie při základním průtoku



4. Závislost činitelů využití energie F_R , F'_R na průtoku M_K : A — součinitel využití energie F_R v systému bez výměníku; B — redukovaný součinitel využití energie F'_R v systému s průtočným výměníkem; C — redukovaný součinitel využití energie F'_R v systému s vestavěným výměníkem při různých teplotách vody t_s a různém ohřátí vody výměníkem Δt — Relation of efficiency factors F_R , F'_R to the flow rate M_K : A — efficiency factor F_R in the system without heat exchanger; B — reduced efficiency factor F'_R in the system with through-flow heat exchanger; C — reduced efficiency factor F'_R in the system with a heat exchanger at various temperatures of water t_s and at different heating of water in an exchanger Δt



5. Optimální průtoky teplosnosné kapaliny v kolektorovém systému s vestavěným výměníkem v závislosti na ohřátí vody Δt_z při různých teplotách $t_s = \text{konst.}$ a při pravděpodobném nárůstu teploty v zásobníku během dne (křivka t_{pz}). Regulační charakteristika průtoku teplosnosné kapaliny ve vztahu k Δt (křivka M_{reg}) — Optimum flow rates of warm liquid in the collector system with a heat exchanger in relation to the heating of water Δt_z at different temperatures $t_s = \text{const.}$ and at a probable increase in temperature in the storage tank at daytime (curve t_{pz}). Regulation characteristics of warm liquid flow rate in relation to Δt (curve M_{reg})

Na základě vztahů (5), (6), (14) a (15) lze stanovit změny redukováného činitele využití energie F'_R v závislosti na průtoku a rovněž tomu odpovídající změnu ohřátí vody v zásobníku. Pro dříve uvedený zásobník s vestavěným výměníkem jsou vztahy uvedeny v grafech na obr. 4 a 5.

Závislost činitele využití energie F_R na obr. 4 platí pro kolektorový systém bez výměníku tepla. Je zřejmé, že se zmenšujícím se průtokem činitel F_R klesá. Obdobný charakter má kolektorový systém s průtočným výměníkem, ale hodnoty F'_R jsou vlivem účinnosti výměníku celkově nižší.

Zcela jiný charakter má závislost F'_R v systému s vestavěným výměníkem. Činitel využití energie je v tomto systému závislý na teplotě vody proudící k výměníku, na velikosti ohřátí vody při průtoku kolem výměníku a na velikosti průtoku teplotonosné kapaliny výměníkem. Nejnižších hodnot F'_R se zde však dosahuje při vyšším průtoku; jestliže se průtok snižuje, činitel F'_R roste a při stavu $M_{K.cK} = M_{v.cv}$ by v případě 100% účinnosti výměníku dosáhl hodnot F_R . (Účinnost vestavěného výměníku bývá 0,95 až 0,98.)

Z obr. 4 je také zřejmé, že při vyšších teplotách vody může být účinnost systému s vestavěným výměníkem vyšší, než má systém s průtočným výměníkem. Přibližně můžeme předpokládat, že v jasných dnech má systém s vnitřním výměníkem při regulovaném průtoku teplotonosné kapaliny stejný redukováný činitel využití energie jako systém s průtočným výměníkem. V zatažených dnech lze počítat pro regulovaný systém s vnitřním výměníkem s hodnotou $F'_R = 0,85$ (za předpokladu, že regulátor vypíná kolektorový okruh při $\Delta t_z < 0,5$ K).

Na obr. 5 jsou zobrazeny křivky optimálních průtoků teplotonosné kapaliny pro různé vysoké teploty vody v závislosti na velikosti ohřátí vody. Pro případ, že ohřátá voda se odebírá ze zásobníku ráno a večer, lze počítat s tím, že v ranních hodinách má voda nízkou teplotu a přírůstky teploty za časovou jednotku jsou malé. V průběhu dne se teplota vody zvyšuje a také přírůstky teploty se zvyšují. Za těchto předpokladů můžeme pro regulaci průtoku teplotonosné kapaliny využít závislost označenou v obr. 5 jako t_{pz} . Ta udává, na jakou hodnotu je třeba snížit průtok kapaliny, ohřeje-li výměník při základním průtoku M_{Kz} vodu o hodnotu Δt_z . S použitím rovnice (15) pak dostaneme regulační charakteristiku M_{reg} , která udává vzájemnou vazbu průtoku kapaliny a oteplení vody Δt v zásobníku při právě nastaveném průtoku. Za toto oteplení můžeme považovat rozdíl teploty teplotonosné kapaliny na výstupu z kolektorového pole a teploty vody ve spodní části zásobníku. Tento rozdíl měří regulátory pro zapínání a vypínání oběhového čerpadla v kolektorovém okruhu.

ANALÝZA ENERGETICKÉHO ZISKU SLUNEČNÍCH SYSTÉMŮ PRO OHŘEV VODY

S využitím uvedených vlivů lze modelovat průběhy získané energie pro ohřev vody a průběhy teplot vody v zásobníku v jasných a průměrně zatažených dnech jednotlivých měsíců a tím zjistit i průměrné měsíční a roční zisky energie v různých oblastech.

Pro stanovení časového průběhu teploty vody v zásobníku je rozhodující, zda se voda v zásobníku při ohřevu stále míchá nebo zda se vrství podle dosahované teploty.

Základní rovnice energetické bilance kolektorového okruhu a zásobníkového okruhu je

$$(1 - \varepsilon) \frac{F'_R}{F_R} \eta_{(\tau-1)} \cdot E_{(\tau-1)} \cdot \Delta \tau = c_v \cdot q [t_{v(\tau)} - t_{v(\tau-1)}] \quad (15)$$

kde: z — průměrné tepelné ztráty v potrubí a při akumulaci (—)

τ — denní doba (místní čas, h)

$\Delta\tau$ — časový úsek, po který se počítá energie; ve všech našich výpočtech počítáme $\Delta\tau = 1$ hodina

q — měrný objem zásobníku, to je objem (v litrech při hustotě vody 1000 kg/m^3) připadající na 1 m^2 aktivní plochy kolektoru

Uvedená rovnice není časově homogenní. Teplota vody v čase (τ) se počítá z hodnoty záření v čase ($\tau - 1$). Tím se zjednoduší výpočet, ale zároveň se tím lépe vyjádří skutečný průběh teploty vlivem nesymetrického průběhu intenzity záření během dne, který není respektován ani jedním modelem záření.

S použitím vztahů (1), (2), (3), (4), (6) a (15) lze stanovit přírůstek teploty vody v zásobníku za dobu $\Delta\tau$:

$$t_{v(\tau)} - t_{v(\tau-1)} = \frac{3600}{c_v \cdot q} \frac{1 - Z}{F_R'} (D [F \cdot E]_{(\tau-1)} - U [t_v - t_o]_{(\tau-1)}) \Delta\tau \quad (16)$$

přičemž

$$[F \cdot E]_{(\tau-1)} = [F_p \cdot E_p + F_d (E_d + E_r)]_{(\tau-1)} \quad (16a)$$

kde: t_o — teplota okolního vzduchu

Průběh teploty okolního vzduchu lze stanovit podle meteorologických údajů různými periodickými nebo aperiodickými funkcemi, např. polynomem vyššího řádu (Antipovič a Příbyl, 1980). Tímto způsobem pracujeme v našich výpočtech. Pro běžné účely hodnocení účinnosti slunečních systémů přibližně postačuje i periodická sinusová funkce se souměrným průběhem, s denními extrémy ve 3.00 hodiny a v 15.00 hodin, s ročním minimem v lednu a s maximem v červenci (Stranofská, 1982).

Pro jasný den je průběh teploty t_{oj} :

$$t_{oj}(\tau) = (2,2 + 1,55 i - 0,118 i^2) \cdot \sin [15 (\tau - 9)] + 13,3 \cdot \sin [30 (i - 4)] + 7,78 \quad (17)$$

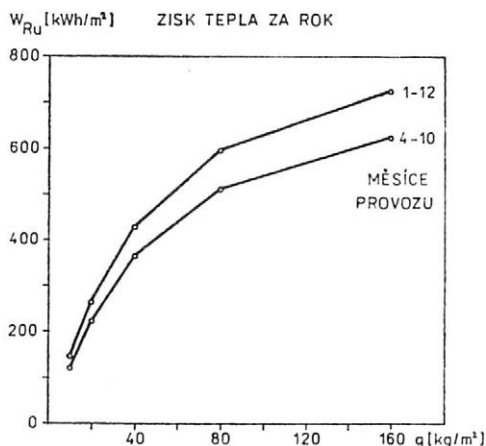
a pro zatažený den je

$$t_{oz}(\tau) = 2 \cdot \sin [15 (\tau - 9)] + 8,35 \cdot \sin [30 (i - 4)] + 7,95 \quad (18)$$

kde: i — číslo měsíce od začátku roku

Na základě dříve uvedených rovnic lze určit i výkon systému pro ohřev vody slunečními kolektory $P(\tau)$ (W):

6. Roční tepelný zisk solárního systému bez výměníku v závislosti na měrném objemu zásobníku (kolektory SP 80/08, sklon 45° , orientace k jihu, jednodenní akumulace tepla do vody; nejsou zahrnuty tepelné ztráty armatur a zásobníku) — Annual heat output of the solar system without heat exchanger in relation to the specific volume of storage tank (SP 80/08 collectors, incline 45° , southward exposure, one-day heat storage in water; heat losses in fittings and storage tank are not included)

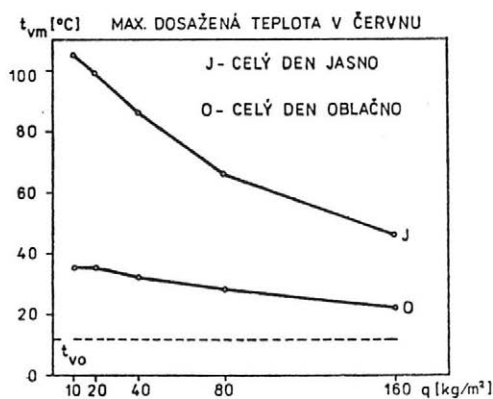


$$P(\tau) = \frac{c_v \cdot q \cdot S}{3600 \Delta \tau} [t_{v(\tau)} - t_{v(\tau-1)}] \quad (19)$$

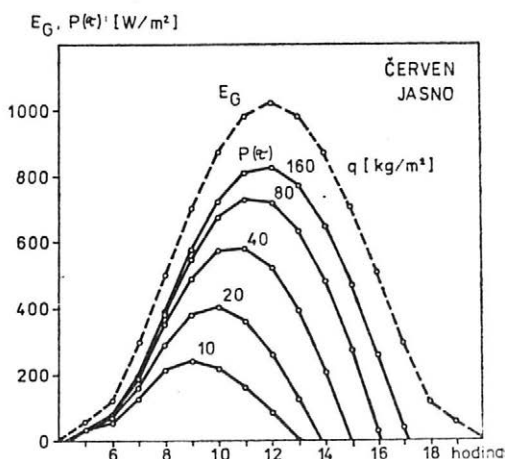
Z odvozených vztahů vyplývá závislost výkonu i dosažené teploty na měrném objemu zásobníku: čím větší je měrný objem zásobníku, tím nižší je dosažená teplota a tím větší je dosažený výkon, tedy i energetický zisk.

Na základě uvedeného metodického postupu jsme provedli rozbor možného energetického zisku slunečních systémů s různým měrným objemem zásobníku (q) a s různými typy předávání tepla z kolektorů do zásobníku vody. Výpočty jsme dělali pro systémy s nejrozšířenějším kolektorem SP 80/08 s Cu absorberem, úvahy o vlivu různého předávání tepla platí o systému s těmito kolektory a se zásobníkem vody Topos Šluknov o objemu 1250 l vody. Veškeré výpočty platí pro střední oblast Čech, s ročním množstvím globálního záření $3780 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ ($1050 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$), s roční dobou slunečního svitu 1590 hodin, s průměrnou roční teplotou $8,9^\circ \text{C}$, s teplotou přiváděné studené vody 15°C a s odběrem teplé vody jen ráno nebo večer.

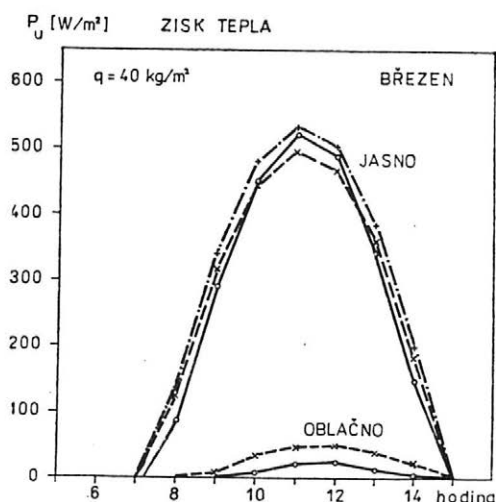
Na obr. 6 je uvedena závislost ročního tepelného zisku v systému bez výměníku tepla a bez tepelných ztrát na měrném objemu zásobníku. Je uveden měsíční zisk od dubna do října a možný celoroční zisk (pokud bychom počítali s tím, že voda v zimních měsících nezamrzne). Je vidět, že velikost akumulací nádrže má výrazný vliv na tepelný zisk ze systému. Příčina nízkého zisku u systémů s malým měrným objemem je v tom, že teplotná kapalina se ohřívá na vyšší teploty (obr. 7), což zvyšuje tepelné ztráty kolektorů. Tím se jednak snižuje účinnost a tepelný výkon kolektorů, jednak se zkracuje



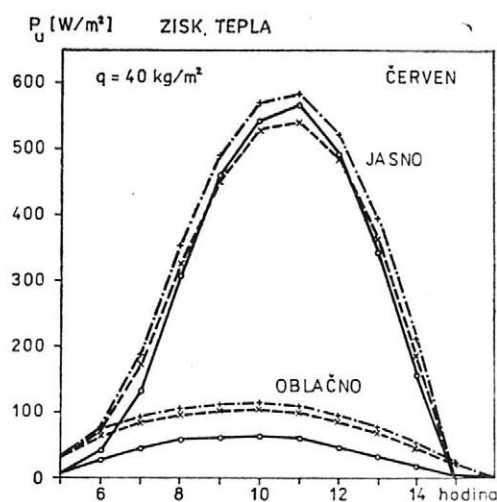
7. Maximální střední teplota vody v akumulacím zásobníku dosažená na konci akumulace v závislosti na měrném objemu zásobníku (jasný a oblačný den v červnu, solární systém bez výměníku — ostatní podmínky jako na obr. 6) — Maximum mean temperature of water in storage tank at the end of storage in relation to the specific volume of storage tank (clear and cloudy day in June, solar system without heat exchanger — the other conditions like in Fig. 6)



8. Vliv měrného objemu zásobníku (q) na čas ukončení akumulace tepla a na průběh energetického zisku solárního systému (P_u) ve srovnání s množstvím sluneční energie (E_G), dopadající na plochu kolektorů (sestrojeno pro jasný den v červnu, solární systém bez výměníku; ostatní podmínky jako na obr. 6) — Relation between the specific volume of storage tank (q) and the termination of heat storage and the energy output of the solar system (P_u) in comparison with solar energy (E_G), incident on the collector plates (constructed for a clear day in June, solar system without heat exchanger; the other conditions like in Fig. 6)



^---^ BEZ VÝMĚNÍKU
 x---x PRŮTOČNÝ VÝMĚNÍK
 —○— VÝMĚNÍK V ZÁSOBNÍKU



9. Porovnání energetického zisku solárních systémů bez výměníku, s průtočným výměníkem a s výměníkem v akumulacním zásobníku a) v březnu, b) v červnu — Comparison of energy output of solar systems without heat exchanger, with through-flow exchanger in storage tank a) in March, b) in June

I. Energetický zisk a účinnost solárního systému — Energy output and efficiency of solar system

Sluneční energie z 30 m² kolektorů se akumuluje do vody v zásobníku o objemu 1250 l vždy po dobu jednoho dne. Základní teplota vody ráno je 12 °C. Sklon kolektorů 45°, orientace k jihu. Meteorologické podmínky střední oblasti Čech.

Způsob přenosu tepla	Získaná denní energie (kWh) a max. dosažená teplota (°C)				Energie získaná za měsíc kWh	Energetická účinnost systému %
	jasno		zataženo			
	kWh	°C	kWh	°C		
Březen, průměrná denní teplota vzduchu 4,0 °C doba slunečního svitu 123 hodiny						
Bez výměníku	75,0	67	6,4	17	922	30,3
Průtočný výměník	71,9	64	6,1	16	883	29,0
Vnitřní výměník*)	69,8	62	2,0	14	777	25,5
Červen, průměrná denní teplota vzduchu 17,5 °C doba slunečního svitu 211 hodin						
Bez výměníku	99,2	83	25,0	31	1721	39,0
Průtočný výměník	95,0	80	24,0	30	1649	37,4
Vnitřní výměník*)	91,0	74	12,5	21	1402	31,8

*) bez regulace průtoku teplotnosné kapaliny

dobu, po kterou mohou být kolektory denně v chodu (příklad pro červnový den je na obr. 8).

Vysoká teplota vody v zásobníku, které se dosahuje v případech, kdy se voda v průběhu slunečního ohřevu neodebírá, ovlivňuje i vstupní teplotu teplotnosného média v kolektorovém okruhu. K takové situaci dochází v objektech živočišné výroby, kde jsou hlavní odběry teplé vody soustředěny na ráno a na večer. Při ohřevu vody na vyšší teploty tak nelze značnou část sluneční energie využít proto, že automatika systému zastavuje jeho činnost již v odpoledních hodinách. Pokud by zařízení nemělo automatické zastavování, voda v zásobníku by se ochlazovala, a tím by docházelo k další ztrátě energie. Tento jev nenastává jen v letních měsících, ale v jasných dnech chladnější části roku je dokonce výraznější. V takových dnech jsou vysoké ztráty tepla způsobeny právě nízkými teplotami vzduchu.

Vliv různého způsobu předávání tepla z kolektorů do akumulačního zásobníku uvádíme na příkladu systému se zásobníkem vody o objemu 1250 l a s kolektory o ploše 30 m². Hodnotíme tyto tři varianty:

- systém bez výměníku, s přímým ohřevem vody,
- systém s průtočným výměníkem ($\eta_t = 0,70$),
- systém s vnitřním výměníkem v zásobníku bez regulace průtoku ($\eta_t = 0,95$).

Pro srovnání uvádíme příklad energetického zisku systémů ve dvou měsících (březnu a červnu) v jasných i oblačných dnech. Zisk tepla v průběhu těchto dní můžeme sledovat na obr. 9. Číselné rozdíly v získané denní a měsíční energii jsou uvedeny v tab. I.

Z výsledků je patrné, že energeticky nejméně výhodný je systém s výměníkem vestavěným v akumulačním zásobníku. Nejvyšší efekt dává systém bez výměníku (pokud by ovšem mohl pracovat celoročně). Energeticky i provozně výhodný je systém s průtočným výměníkem. V jasných dnech, kdy se voda při průchodu kolektory ohřeje o 6 až 7 K, není příliš velký rozdíl mezi systémem s vestavěným nebo s průtočným výměníkem. Systém s vestavěným výměníkem může mít dokonce účinnost vyšší než při používání výměníku průtočného. V oblačných dnech, kdy je zvýšení teploty teplotnosného média v kolektorech malé, dává však s vnitřním výměníkem v červnu přibližně jen polovinu energie ve srovnání s průtočným výměníkem nebo se systémem bez výměníku a v březnu dokonce jen asi jednu třetinu.

ZÁVĚR

Technický rozvoj přináší stále účinnější sluneční kolektory pro ohřev vody. Je ovšem třeba pamatovat na to, že účinnost slunečních kolektorů nezávisí jen na kvalitě kolektorů, ale že v náležitém souladu musí být i mnoho dalších parametrů, aby se dosáhlo optimální energetické efektivity.

Literatura

- ANTIPOVIČ, P. — PŘIBYL, E.: Studie o využití sluneční energie v resortu MP ČR. Praha, Výzkumný ústav polygrafický 1980.
- BARBARO, S. et al.: An atmospheric model applied to some actinometric stations of Sicily. *Solar Energy*, 25, 1980, č. 3.
- BECKMAN, W. A. — KLEIN, S. A. — DUFFIE, J. A.: *Solar heating design*. New York 1977.
- CIHELKA, J.: Energie slunečního záření dopadajícího na ploché kolektory v místech na 50. stupni severní šířky. *Zdravot. Techn. Vzduchotechn.*, 21, 1978, č. 6.

CIHELKA, J.: Vytápění budov a ohřívání užitkové vody energií slunečního záření. Zdravot. Techn. Vzduchotechn., 24, 1981, č. 2.

FEHÉR, J.: O tepelnom zisku cez okna a možnosti úspory energie na vykurovanie v obytných budovách. Zdravot. Techn. Vzduchotechn., 25, 1982, č. 2.

HAŠ, S.: Tepelně energetické charakteristiky slunečních kolektorů. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 10, s. 603-616.

HAŠ, S.: Energie dopadajícího slunečního záření. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 12, s. 703-714.

HAŠ, S. — JELÍNKOVÁ, H.: Transmission of solar radiation into glasshouse. Scientia Agric. bohemoslov., 15, 1983, č. 2.

HESOUN, P.: Tepelné zisky osluněnými okny. Větr. Klimatiz., 2, 1971.

PÁLENÍK, M.: Sluneční energie ve střední Evropě. Elektrotechn. Obzor., 1979, č. 7.

STRANOFSKÁ, M.: Porovnání energetické náročnosti při vytápění stájových prostorů v zimním období bez rekuperace a s rekuperací. In: Větrání a vytápění zemědělských objektů. Dům techniky Praha, 1982.

VANÍČEK, K.: Radiační informace a využívání sluneční energie. In: Současné možnosti využití sluneční energie kolektory v ČSSR. ČSVTS, Hradec Králové 1980.

Došlo dne 2. 5. 1984

ГАШ, С. — БОУЧЕК, Я. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Энергетическая прибыль систем для обогрева воды солнечными коллекторами. Земед. Techn., 30, 1984 (9) : 513-526.

В статье приводятся теоретические данные для практического применения солнечных коллекторов в качестве составной части систем для обогрева технической воды. При этом исходят из знания теории и характеристик к.п.д. чехословацких коллекторов и модели солнечного излучения (Гаš, 1980, 1981). Данная статья расширяет теорию к.п.д. солнечного коллектора анализом влияния оптического проникновения кожуха коллектора и угла падения лучей, а также влияния протекания и удельного тепла примененной теплоносной жидкости. Дальнейшая часть посвящена передаче полученного тепла в аккумуляционный бункер посредством теплообменника. Приводятся соотношения для передачи тепла в теплообменнике, погруженном в аккумуляционный бункер. Расчет сравнивается с результатами измерения теплообменника. Для вычисления энергетической прибыли коллекторной системы найдено уравнение энергетического баланса округа и намечен порядок расчета постепенного нарастания температуры воды в аккумуляционном бункере с учетом всех влияний. Полученные результаты подчеркивают значительное влияние выбора объема аккумуляционного бункера в отношении к площади коллекторов — так наз. удельного объема бункера — на окончательную прибыль энергии всей системы. Наглядно сопоставляется энергетическая прибыль коллекторной системы с двумя разными теплообменниками и системы без теплообменника; приводятся меры по повышению их эффективности.

использование солнечных коллекторов; теплообменник системы с коллекторами; аккумуляция тепла в системе с коллекторами; удельный объем аккумуляционного бункера; передача тепла в теплообменнике

HAŠ, S. — BOUČEK, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): Energy Output of the Systems for Water Heating by Solar Collectors. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 513-526.

Practical use of solar collectors in the systems of service water heating is described theoretically. The knowledge of the theory and characteristics of the efficiency of Czechoslovak collectors and a model of solar radiation (Haš, 1980, 1981) is applied. The theory of solar collector efficiency is supplemented by the analysis of the effect of collector plate optical transmission, ray incidence angle, and of the effect of the flow and specific heat of warm liquid. In another part heat transmission into a storage tank by means of a heat exchanger is described. Relations have been derived for heat transfer in an exchanger submerged in the storage tank. The calculated results are compared with the results of measurement in the heat exchanger. To calculate the energy output of the collector system, the equation of

the energy balance of the system is made and a procedure of calculating a gradual increase in water temperature in the storage tank is indicated, considering all influences. The results demonstrate a great impact of the volume of storage tank in relation to the area of collectors — i. e. so called specific volume of storage tank — on the final energy output from the whole system. A comparison is outlined of the energy output of collector system with two different heat exchangers and of the system without heat exchanger, and measures to increase their efficiency are given.

use of solar collectors; heat exchanger in collector system; heat accumulation in collector system; specific volume of storage tank; heat transmission in exchanger

Adresa autorů:

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

J. Malerš

MALERŠ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Rozebírání velkoobjemových balíků slámy*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 527-544.

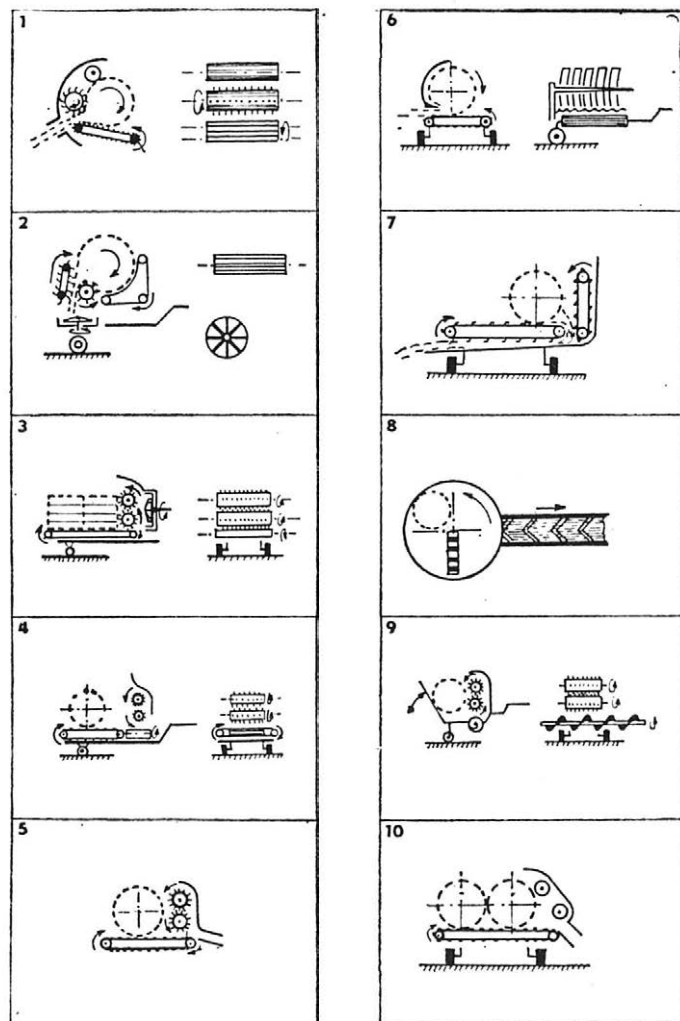
V práci jsou uvedeny výsledky porovnávacích měření zahraničních rozebíračů velkoobjemových balíků HESSTON SP-10 (A), HESSTON 4870 (B), OMAS (C) a CORMALL (D). U ověřovaných rozebíračů balíků bylo dosaženo těchto hlavních parametrů: — podíl částic nad 300 mm: A — 32,1 %, B — 38,44 %, C — 53,96 %, D — 0 %; — podíl štíplých částic: A — 68,1 %, B — 36,5 %, C — 14,23 %, D — 76,4 %; — objemová hmotnost slámy: A — 24,3 kg . m⁻³, B — 21,5 kg . m⁻³, C — 18,1 kg . m⁻³, D — 32,4 až 43,4 kg . m⁻³; — pracovní cyklus: A — 163 s, B — 192 s, C — 550 s, D — 520 s; — hodinová výkonnost: A — 8 až 29 t . h⁻¹, B — 5 až 21 t . h⁻¹, C — 2 až 12 t . h⁻¹, D — 1,5 až 3,4 t . h⁻¹; — střední příkon: A — 3,5 až 13,5 kW, B — 2,2 až 10,0 kW, C — 2,0 až 11,5 kW, D — 12,5 až 30,5 kW; — měrná spotřeba energie: A — 0,437 až 0,454 kWh . t⁻¹, B — 0,44 až 0,48 kWh . t⁻¹, C — 1,0 až 0,985 kWh . t⁻¹, D — 8,66 až 9,00 kWh . t⁻¹. Z ověřovaných rozebíračů se jako nejvhodnější ukazuje HESSTON SP-10, který umožňuje rozebírat balíky jak kruhového, tak i pravoúhlého průřezu při přijatelných ukazatelích kvality práce, výkonnosti a energetické náročnosti. Zcela nevyhovující byl rozebírač OMAS, a to jak způsobem uchycení balíku na prst mechanické ruky, tak i dosahovanou výkonností. Rozebírač HESSTON 4870 umožňuje pouze rozebírání velkoobjemových balíků pravoúhlého průřezu. Rozebírač CORMALL nahrazuje dva stroje, tj. vlastní rozebírač balíků (např. HESSTON SP-10) a stacionární štípač slámy (např. ZK 4-025). Sláma z rozebírače CORMALL je vhodná pro přímé zkrmování skotem.

kruhový průřez; pravoúhlý průřez; rozebírače; kvalita práce; výkonnost; energetická náročnost

Linky na sklizeň lisované slámy do velkoobjemových balíků mají zpravidla tři pracovní stroje: a) lisy na velkoobjemové balíky; b) manipulační návěsy na velkoobjemové balíky; c) rozebírače velkoobjemových balíků (Malerš, 1977).

Rozebírač je zařízení, které umožňuje naložit velkoobjemové balíky, dopravit je k místu spotřeby a rozebrat je (mobilní verze). Některé rozebírače potřebují k naložení balíku jeřáb (stacionární verze). Balík potom nejen rozeberou, ale slámu ještě mechanicky upraví na krátké částice, vhodné pro přímé zkrmování skotem (Malerš, 1983).

Řešení předcházela literární rešerše za časové období let 1977 až 1982 (Čiháková, 1982). Tato rešerše obsahuje 23 záznamy. Na zařízeních k rozebírání velkoobjemových balíků bylo v zahraničí uděleno 11 patentů. Porovnání různých typů rozebíračů uveřejnil Maisonnier (1982) — (obr. 1, tab. I).



1. Rozebírače velkoobjemových balíků — Unrollers of big straw bales

Do ČSSR byly dovezeny rozebírače velkoobjemových balíků americké firmy HESSTON (typ SP-10 a typ 4870), italské firmy OMAS a dánské firmy CORMALL.

Ve VÚZT v Praze-Řepích byly tyto stroje porovnány a vyhodnoceny z hlediska kvality práce, výkonnosti a energetické náročnosti.

METODIKA

V další etapě byly ověřovány nové postupy sklizně slámy používané v zahraničí s mechanizačními prostředky, jejichž nákup umožnilo federální ministerstvo technického a investičního rozvoje.

Cílem bylo ověřit čtyři zahraniční rozebírače velkoobjemových balíků a stanovit možnost jejich uplatnění v našich podmínkách.

Postup řešení v jednotlivých letech byl tento:

- rok 1980 — lisy na velkoobjemové balíky (kruhové i pravoúhlé) (Maleř, 1980);
- rok 1981 — sběrací návěsy s pneumatickým plněním (obří kopkovače) (Maleř, 1981);
- rok 1982 — rozebírače velkoobjemových balíků.

Typ (viz obr. 1)	Firma	Příkon (kW)	Cena na Agrosalonu 1982 (Ffrs)
1	Audureau	29,41	24 000
2	Antem 1200	33,08	57 500
3	Lucas	44,11	nevystavován
4	Cacquevel 3200	22,05	42 950
5	Maitre	33,08	35 710
6	Rivierre casalis	33,08	50 000
7	Doucet	29,41	34 800
8	AZT	58,82	80 500
9	Hesston		nevystavován
10	Heywand		nevystavován

V JZD Moravská Nová Ves (okres Břeclav) se měřily rozebírače velkoobjemových balíků HESSTON SP-10, HESSTON 4870 a OMAS, v JZD Červené Janovice (okres Kutná Hora) byl zkoušen rozebírač CORMALL. Při měření jsme se zabývali vyšetřením kvality práce, výkonnosti a energetické náročnosti. Popis metod měření a vyhodnocování je uveden u výsledků měření.

VLASTNÍ PRÁCE

POPIS POUŽITÝCH STROJŮ

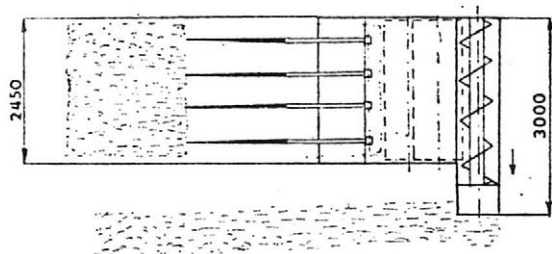
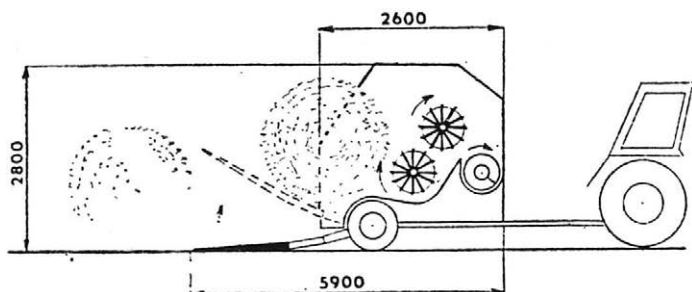
Rozebírač balíků HESSTON SP-10 (obr. 2)

Rozebírač pracuje v soupravě s traktorem o příkonu nad 30 kW a je poháněn vývodovým hřídelem traktoru. Je určen k rozebírání velkoobjemových balíků (kruhových i pravoúhlých). Velkoobjemový balík se soupravou rozebere na místě, nebo se souprava může při rozebírání pohybovat a zakládat slámu (popřípadě seno) do žlabů.

Pracovní postup: K velkoobjemovému balíku, ležícímu na zemi, se souprava přiblíží zpětnou jízdou (couváním). Vidlice rozebírače podjede balík a sklápí jej na dva rozebírací válce, umístěné nad sebou. Při rozebírání přitlačuje vidlice balík na válce. Velikostí přitlačné síly lze do jisté míry regulovat průchodnost stroje. Rozebírací válce slámu (popř. seno) z balíku částečně vytrhávají, částečně odřezávají (frézují). Rozvolněnou slámu z balíku potom mechanicky upravují. Při mechanické úpravě se zkracuje průměrná délka částic a zvyšuje se podíl podélně rozštěpnutých částic slámy. Rozebírací válce dále dávají mechanicky upravenou slámu do šnekového vynášecího dopravníku. Dopravník je zakončen skluzným plechem, který umožňuje zakládání do žlabů.

Rozebírač má tři pracovní ústrojí: podávací, rozebírací a vynášecí a pomocné celky: korbu, podvozek, mechanické převody od vývodového hřídele traktoru, hydraulický pohon podávacího ústrojí. Podávací

2. Rozebírač balíků
HESSTON SP-10 —
HESSTON SP-10 bale
unroller



ústrojí tvoří vidlice, která se naklápí prostřednictvím dvou přímočarých hydromotorů. Vidlice má čtyři prsty o délce 2200 mm.

Rozebírací ústrojí je tvořeno dvěma rozebíracími rotory. Na hřídeli rotoru je trubka o průměru 125 mm, na níž jsou přivařena ramena, vzájemně pootočená o 30° . Na konci každého ramene je držákem přišroubován nůž (žabka). Dále je na konce ramen navinut a přivařen drát o průměru 12 mm, který tak tvoří šroubovici a napomáhá při dopravě rozebrané slámy. Konstrukce spodního a horního rotoru se liší délkou ramen. Spodní rotor má ramena 250 mm dlouhá, celkový průměr válce je 745 mm. Délka ramen horního rotoru je 180 mm, celkový průměr rotoru 605 mm, délka rotoru 970 mm. Otáčky obou rotorů jsou shodné $-3,1 \cdot s^{-1}$.

Vynášecí a zakládací ústrojí je tvořeno žlabem a šnekem (průměr šneku 550 mm, délka šneku 2350 mm, stoupání závitu 475 mm, otáčky $3,5 \cdot s^{-1}$).

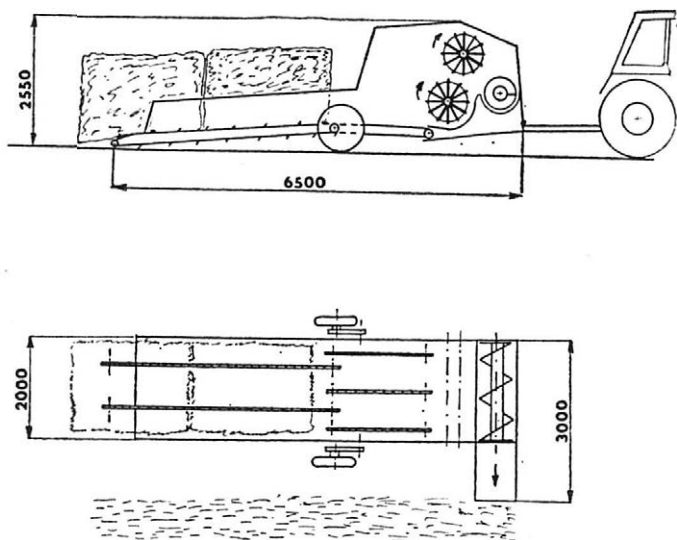
Rozměry a hmotnost rozebírače: délka 5900 mm, šířka 2450 mm, výška 2800 mm, hmotnost 2500 kg.

Rozebírač balíků HESSTON 4870 (obr. 3)

Rozebírač HESSTON 4870 pracuje za stejných podmínek jako HESSTON SP-10, ale je určen k rozebírání pravoúhlých balíků.

Pracovní postup: K velkoobjemovému balíku, ležícímu na zemi, se souprava přiblíží zpětnou jízdou (couváním). Dva přečnávající řetězové dopravníky podjedou balík v podélné ose a začnou jej natahovat do korby. Rozebírač umožňuje naložit dva balíky slámy. Rozebírací rotory jsou dva a jsou umístěny nad sebou. Při rozebírání posouvají řetězové dopravníky balíky k rotorům. K řetězům se může přichytit přítlačná stěna,

3. Rozebírač balíků
 HESSTON 4870 —
 HESSTON 4870 bale
 unroller



kteřá zabráňuje prokluzování balíků. Další práce je stejná jako u rozebírače HESSTON SP-10.

Pracovní ústrojí je opět podávací, rozebírací a vynášecí a pomocné celky tvoří korba, podvozek, mechanické převody od vývodového hřídele traktoru. Podávací ústrojí má dva řetězové dopravníky, které přečnávají přes korbu o 500 mm. Při nabírání balíku se tyto řetězové dopravníky sklápějí společně s korbou tak, aby je bylo možné zastrčit pod velkoobjemový balík. V rozteči 1000 mm jsou na řetězovém dopravníku rozmístěny hřeby (výška 75 cm), které zabráňují prokluzování balíků při jejich posunu k rozebíracím rotorům. V případech, kdy přesto dochází k prokluzu, se používá přítlačná stěna uchycená k prstům. Rozteč řetězových dopravníků je 450 mm, rozteč hnacího a hnaného kola řetězového dopravníku 3100 mm.

Rozebírací ústrojí je tvořeno dvěma rozebíracími rotory, které mají shodnou konstrukci jako rozebírací rotory stroje SP-10. Délka rotorů je 1390 mm, otáčky obou rotorů jsou shodné — $3,1 \cdot s^{-1}$.

Vynášecí ústrojí je tvořeno žlábkem a šnekem (průměr šneku 550 mm, délka šneku 1400 mm, stoupání závitu 475 mm, otáčky $3,5 \cdot s^{-1}$).

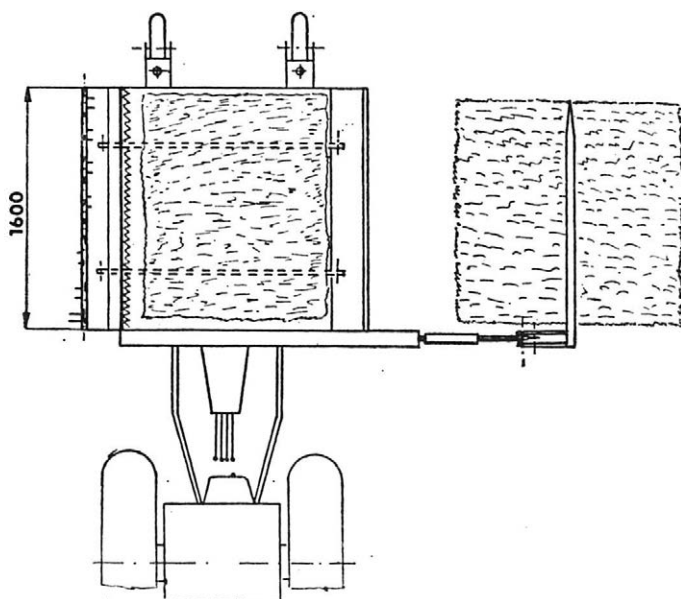
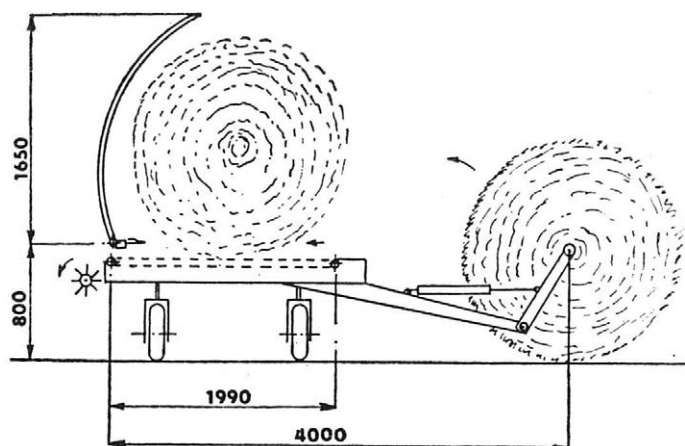
Rozebírač má délku 6500 mm, šířku 2000 mm, výšku 2550 mm a hmotnost 2000 kg.

Rozebírač balíků OMAS (obr. 4)

Rozebírač pracuje v soupravě s traktorem o výkonu nad 30 kW a je poháněn hydromotory (přímočarými i rotačními) od hydrauliky traktoru. Je určen k rozebírání velkoobjemových balíků kruhového průřezu. Velkoobjemový balík se může rozebrat na místě, nebo se souprava může při rozebírání pohybovat a zakládat slámu (popř. seno) na podlahu stájí.

Pracovní postup: K velkoobjemovému balíku, ležícímu na zemi, se souprava přiblíží zpětnou jízdou (couváním) tak, že prst hydraulické podávací ruky směřuje na střed podélné osy balíků. Při zpětné jízdě se vpichuje prst do balíku. Po vpíchnutí se balík hydraulickou podávací

4. Rozebírač balíků
OMAS — OMAS bale
unroller



rukou přemísťuje na hrabicový dopravník. Hrabicový dopravník otáčí balíkem kolem prstu a současně jej přitlačuje na žací lištu. Žací lišta odřezává slámu z balíku. Odřezaná sláma padá na hrabicový dopravník, kterým je vynášena ze stroje.

Pracovní ústrojí rozebírače: Podávací hydraulická ruka, hrabicový dopravník, žací lišta s přidržovačem balíků. Dále má rozebírač pomocné celky: korbu, podvozek a hydraulický pohon.

Hlavním pracovním orgánem hydraulické podávací ruky je prst (průměr 55 mm, délka 1400 mm) zakončený špicí. Ruka je tvořena dvěma rameny, z nichž každé je ovládáno přímočarým hydromotorem. Rameno s prstem je 770 mm dlouhé, ovládací přímočarý hydromotor má délku 660 mm a průměr 100 mm. Hlavní rameno je 1200 mm dlouhé a ovládací přímočarý hydromotor má délku 750 mm a průměr 100 mm. Hlavní rameno umožňuje pohyb balíku po kružnici, rameno s prstem umožňuje pohyb balíku po svislici.

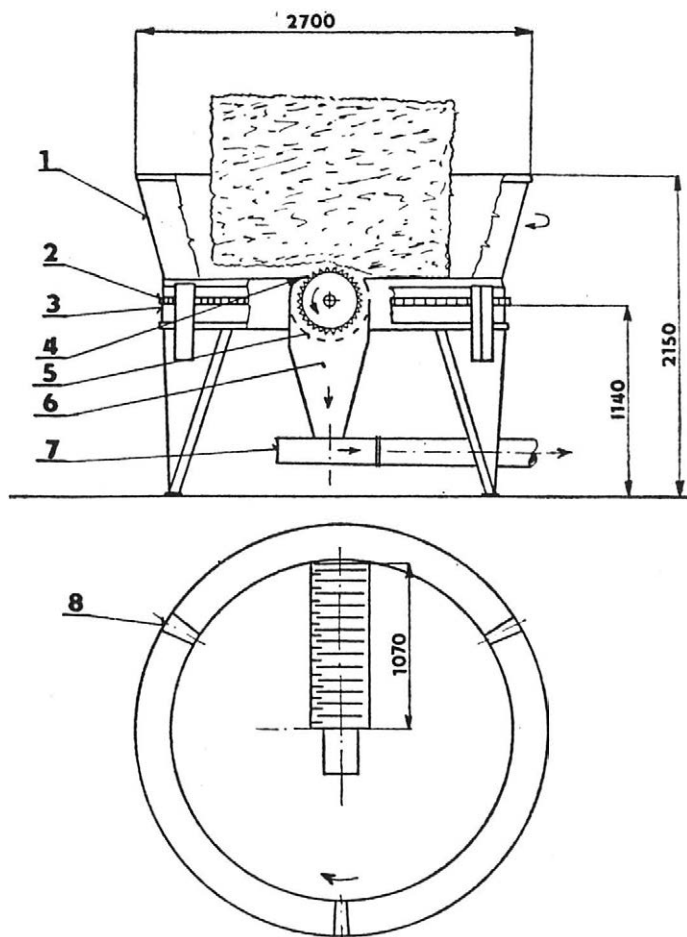
Hrabcový dopravník má neobvyklé řešení hrabic (výlisky plechu) s krátkými hroty (10 mm). Hroty zabráňují prokluzu balíků. Hrabcový dopravník spolu se žací lištou je patrný z obr. 4. Šířka hrabic dopravníku je 1900 mm, rychlost hrabcového dopravníku $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pohon rotačním hydromotorem.

Rozebírací ústrojí je tvořeno protiběžnou bezprstovou žací lištou. Lišta se skládá z horní a spodní pohyblivé kosa ve vedení. Lištu je možné naklápět, tzn. měnit úhel jejího sklonu vůči hrabcovému dopravníku. Horní kosa je uchycena k pěti ramenům, spodní kosa ke čtyřem ramenům. Pohon obou kos přes ramena těhlice a klikovou hřídel je vyvozen od rotačního hydromotoru.

Rozměry a hmotnost rozebírače: délka 2100 mm, šířka 2000 mm, výška 2450 mm, hmotnost 2400 kg.

Rozebírač balíků CORMALL (obr. 5).

Rozebírač pracuje jako samostatné stacionární zařízení poháněné elektromotorem o příkonu 30 kW. Je určen k rozebírání všech balíků



5. Rozebírač balíků
CORMALL —
CORMALL bale unroller

1 - NÁSPKA, 2 - ŘETĚZ, 3 - ROTOR, 4 - PROTIOSTRÍ, 5 - SÍTO,
6 - NÁSPKA, 7 - PNEUMATICKÝ DOPRAVNÍK, 8 - LOPATKY

[standardních i velkoobjemových — kruhových i pravoúhlých]. Na rozdíl od předchozích typů rozebranou slámu intenzivně mechanicky upravuje a pneumaticky ji dopravuje přes cyklon do přistaveného dopravního přívěsu.

Pracovní postup: Balíky jsou libovolným nakladačem umístěny do násypky rozebírače. Tato násypka se otáčí a pohyb se pomocí žeber přenáší i na balíky uvnitř násypky. Ve spodní části násypky je rozebírací rotor s poměrně vysokým počtem otáček. Rozebírací rotor slámu (popř. seno) z balíku částečně vytrhává, částečně ji odřezává (frézuje) a rozvolněnou slámu mechanicky upravuje. Mechanická úprava spočívá ve zkracování průměrné délky částic a ve zvyšování podílu podélně rozštípnutých částic slámy. Velikost mechanické úpravy je seřiditelná velikostí otvorů síta. Toto síto je vyměnitelné (otvory 30 — 50 — 70 mm). Sláma, která propadne sítem, je nasávána pneumatickým dopravníkem a dopravována přes cyklon do nadúrovňového zásobníku.

Rozebírač má tři pracovní ústrojí — podávací, rozebírací a vynášecí a pomocné celky představují rám stroje, hnací elektromotor a mechanické převody, pneumatické potrubí a cyklon.

Podávací ústrojí — rotační násypka — má horní průměr 2700 mm, spodní průměr 2200 mm, výšku 730 mm. Na vnitřní straně násypky jsou umístěna tři žebra (k přenášení pohybu na balíky). Z vnější strany je k násypce přivařen válečkový řetěz, do kterého zapadají zuby hnacího řetězového kola. Otáčky násypky $4,7 \cdot s^{-1}$.

Rozebírací ústrojí je tvořeno rozebíracím rotorem, protiostrím a sítem. Rozebírací rotor se skládá z vlastního rotoru o průměru 280 mm a délce 1070 mm. K tomuto rotoru jsou přivařeny držáky, ke kterým je uchyceno 13 kotoučů. Každý kotouč se skládá ze dvou segmentů. Kotouče jsou opatřeny ozubením (výška zubů 30 mm, rozteč zubů 38 mm). Průměr rozebíracího rotoru je 420 mm, délka 1070 mm, otáčky $46,6 \cdot s^{-1}$. Rozebírací rotor je ve spodní části opásán sítem s pevně nastavenou mezerou. Síto je vyměnitelné, s otvory o průměru 30, 50 a 70 mm.

Vynášecí ústrojí je tvořeno nasávací komorou umístěnou pod sítem s pneumatickým dopravníkem se svislou osou rotoru.

Rozměry a hmotnost rozebírače: průměr násypky 2700 mm, výška 2150 mm, hmotnost 1150 kg.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK KVALITY PRÁCE

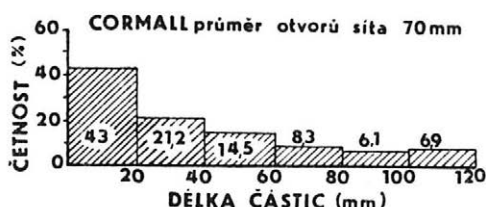
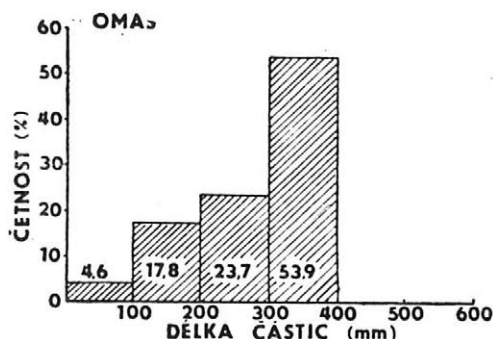
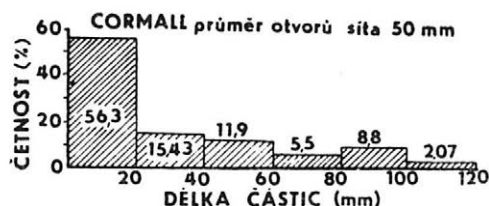
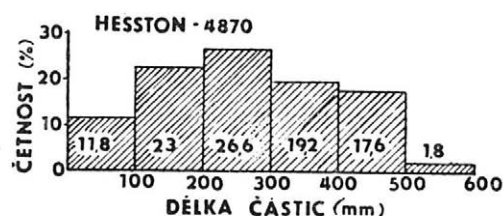
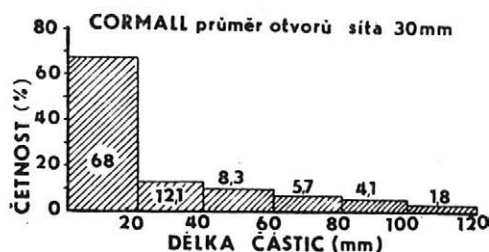
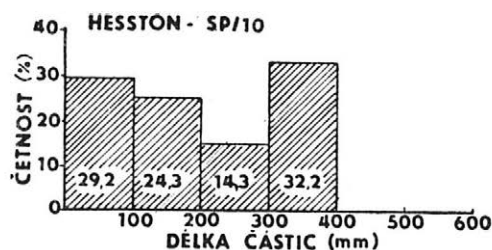
Délka částic slámy po průchodu rozebíračem

Odebírané vzorky slámy jsme rozdělili podle délek do skupin a stanovili jsme hmotnostní podíl v procentech (obr. 6).

Tvar průřezu částic slámy po průchodu rozebíračem

Vzorky slámy jsme rozdělili podle průřezu částic. Průřez byl kruhový s kolénky, kruhový bez kolének, pravoúhlý (částice nebyly rozštípnuté, ale pouze zmáčkuté), nebo byly částice podélně rozštípnuté.

Podíl podélně rozštípnutých částic je uveden v tab. II a III. Vedle celkového hmotnostního podílu těchto částic se uvádí i jejich podíl v jednotlivých délkových skupinách.



6. Mechanická úprava slámy — (hmotnostní podíl) — Mechanical treatment of straw — (weight proportion)

II. Tvar průřezu částic slámy po průchodu rozebíračem (síto o průměru 50 mm) — Shape of the cross-section of straw particles after the passage through a bale unroller (sieve with meshes 50 mm)

Délka částic (mm)	Rozebírač CORMALL			
	částic celkem		částic štíplých	
	(g)	(%)	(g)	(%)
0— 2	16,89	56,30	15,97	94,55
2— 4	4,63	15,43	3,59	77,54
4— 6	3,57	11,90	0,61	26,88
6— 8	1,65	5,50	0,78	47,27
8— 10	2,64	8,80	1,97	74,62
10— 12	0,62	2,07	—	—
Celkem	30,00	100,00	22,92	76,40

III. Tvar průřezu částic slámy po průchodu rozebíračem — Shape of the cross-section of straw particles after the passage through a straw unroller

Délka částic (mm)	Rozebírač											
	HESSTON SP-10				HESSTON 4870				OMAS			
	částic celkem		částic podélně štíplých		částic celkem		částic podélně štíplých		částic celkem		částic podélně štíplých	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
0—20	4,82	14,40	4,32	100,0	0,52	1,73	0,52	100,00	0,08	0,28	0,08	100,0
40	0,36	1,20	0,36	100,0	0,45	1,50	0,45	100,00	0,19	0,63	0,08	42,1
60	1,17	3,90	1,01	86,4	0,67	2,23	0,45	67,16	0,33	1,10	0,15	45,5
80	1,22	4,07	0,27	21,8	1,05	3,50	0,74	70,48	0,27	0,90	0,20	74,1
100	1,79	5,56	1,62	90,3	0,84	2,80	0,61	72,62	0,50	1,67	0,27	54,0
120	1,62	5,40	1,05	64,9	1,39	4,63	0,97	69,78	0,34	1,13	1,18	52,9
140	0,95	3,17	0,39	40,6	1,12	3,73	0,35	31,25	1,00	3,33	0,40	40,0
160	1,68	5,60	0,89	53,0	1,10	3,67	0,50	45,45	0,81	2,70	0,50	61,7
180	1,83	6,10	1,18	64,0	1,97	6,57	0,51	25,89	1,73	5,77	0,62	35,8
200	1,20	4,00	0,86	72,0	1,24	4,13	0,21	16,94	1,45	4,83	0,15	10,3
220	0,57	1,90	0,28	49,0	1,35	4,50	0,51	37,78	1,74	5,80	—	—

240	0,90	3,00	0,52	57,6	1,14	3,80	0,34	29,82	3,01	10,03	—	—
260	0,72	2,40	0,09	12,9	1,54	5,13	0,68	11,69	0,87	2,90	0,09	10,3
280	1,50	5,00	0,12	8,0	1,64	5,47	0,26	15,85	0,50	1,67	—	—
300	0,54	1,80	0,02	3,9	2,24	7,47	1,43	63,84	0,99	3,30	0,09	9,1
320	1,44	4,80	0,70	49,0	0,54	1,80	—	—	2,53	8,43	0,46	18,2
340	1,29	4,30	0,85	66,0	1,94	6,47	0,28	14,43	0,81	2,70	—	—
360	2,55	8,50	2,31	90,8	1,60	5,33	0,65	40,63	1,03	3,43	—	—
380	2,04	6,80	1,70	84,8	1,11	3,70	—	—	0,92	3,07	—	—
400	2,31	7,70	1,89	81,8	0,55	1,83	—	—	10,90	36,33	—	—
420	—	—	—	—	1,67	5,57	1,28	76,65	—	—	—	—
440	—	—	—	—	0,50	1,67	—	—	—	—	—	—
460	—	—	—	—	0,24	0,80	—	—	—	—	—	—
480	—	—	—	—	0,21	0,70	0,21	100,00	—	—	—	—
500	—	—	—	—	2,86	9,53	—	—	—	—	—	—
520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
540	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
560	—	—	—	—	0,52	1,74	—	—	—	—	—	—
Celkem	30,00	100	20,43	68,1	30,00	100	10,95	36,50	30,00	100	4,27	14,23

IV. Objemová hmotnost slámy po průchodu rozebíračem — Volume weight of straw after the passage through a bale unroller

Rozebírač	Objemová hmotnost kg.m ⁻³
Hesston SP-10	24,3
Hesston 4870	21,5
OMAS	18,1
Cormall — otvory síta 30 mm	43,4
— otvory síta 50 mm	38,6
— otvory síta 70 mm	32,4

Objemová hmotnost slámy po průchodu rozebíračem

K měření jsme použili sololitovou krychli o vnitřních rozměrech 1 × 1 × 1 m, do níž jsme nabírali slámu z hromady vidlemi. Naplněnou krychli jsme vážili. Při plnění krychle jsme slámu nestlačovali, jde tedy o objemovou hmotnost volně sypané slámy.

Výsledky měření objemové hmotnosti slámy po průchodu rozebíračem (průměr z pěti měření) je uveden v tab. IV.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK VÝKONNOSTI

Pracovní cyklus rozebíračů

Rozebírače (mimo CORMALL) mají pracovní cyklus rozdělený na nakládání jednoho balíku, jízdu k místu spotřeby, rozebírání a jízdu k místu nakládání. Pracovní cyklus (průměr z pěti měření) uvádí tab. V.

V. Pracovní cyklus rozebírače balíků — Working cycle of a bale unroller

Úsek pracovního cyklu	Čas pracovního cyklu (s)					
	HESSTON SP-10	HESSTON 4870	OMAS	CORMALL		
				průměr síta — mm		
				30	50	70
Nakládání jednoho balíku	18	32	120	45	45	45
Jízda k místu spotřeby	5	5	5	—	—	—
Rozebírání	135	150	420	620	540	475
Jízda k místu nakládání	5	5	5	—	—	—
Celkem	163	192	550	665	585	520

	Výkonnost (t.h ⁻¹)			
	HESSTON SP-10	HESSTON 4870	OMAS	CORMALL
Výkonnost W_{02} v čase operativním (při hmotnosti balíků 150–400 kg)	3,31–8,83	2,81–7,50	0,98–2,61	1,03–2,77
Výkonnost W_{04} v čase operativním (při hmotnosti balíků 150–400 kg)	2,54–6,79	2,16–5,76	0,75–2,00	0,79–2,13

Hodinová výkonnost rozebíračů

Teoretická hodinová výkonnost (W_{02} — hodinová výkonnost ve směnovém čase) rozebíračů je uvedena v tab. VI.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Energetická náročnost

U rozebíračů HESSTON SP-10, HESSTON 4870 a OMAS se příkon měřil na vývodovém hřídeli traktoru:

$$P_p = M_k \cdot n$$

kde: P_p (kW) — příkon na vývodovém hřídeli rozebírače
 M_k (kN · m) — krouticí moment na vývodovém hřídeli rozebírače
 n (s⁻¹) — otáčky vývodového hřídele rozebírače

Krouticí moment se měřil tenzometrickou aparaturou TD 6 a torzním dynamometrem do 800 Nm. Dynamometr byl umístěn na vývodovém hřídeli traktoru. Současně se snímaly otáčky vývodového hřídele. Krouticí momenty se měřily při různé průchodnosti. Záznamy krouticích momentů a otáček se snímaly oscilografem 8 LS 1 na fotografický papír. Změřené krouticí momenty byly zpracovány pomocí integrátoru na střední hodnotu. Pro jednotlivé průchodnosti (výkonnosti) byly vyšetřeny střední krouticí momenty. Podle uvedeného vztahu byl vypočítán střední příkon na vývodovém hřídeli rozebírače.

Zjištěnou závislost středního celkového příkonu rozebírače na výkonnosti v rozsahu měření jsme ohodnotili jako lineární. Vypočítali jsme rovnici lineární regrese, korelační koeficienty a testovali jsme jejich významnost.

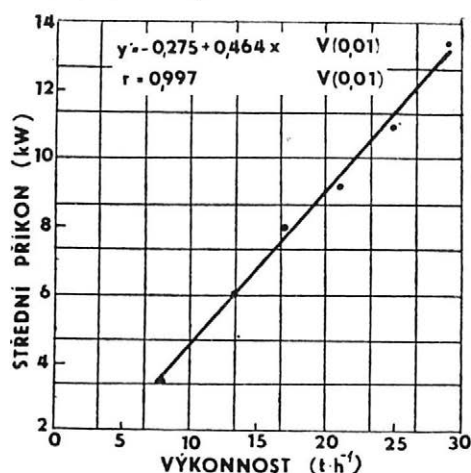
U rozebírače CORMALL, který je poháněn elektromotorem, se příkon měřil registračními wattmetry a spotřeba energie se zjišťovala elektroměry. Čas zpracování slámy jsme měřili elektrickým časoměrem (součtovými hodinami) a kontrolovali podle grafických záznamů.

Střední příkon a měrná spotřeba energie

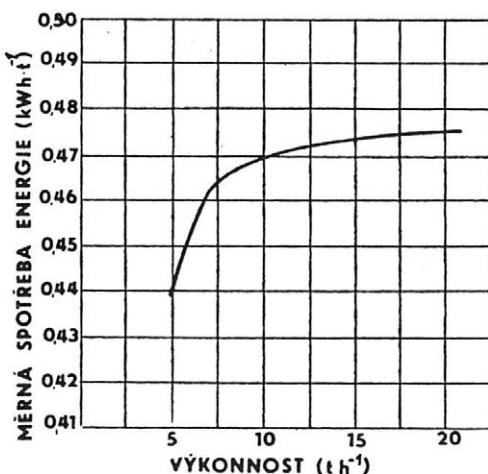
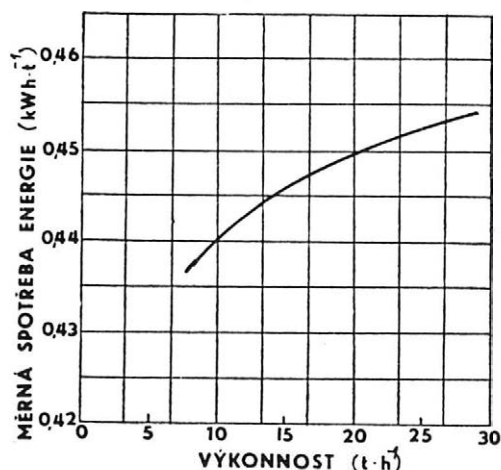
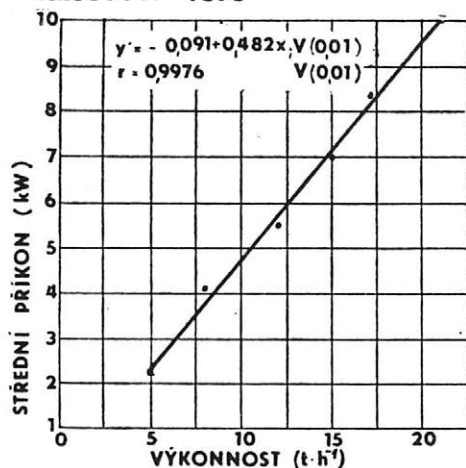
R o z e b í r a č HESSTON SP-10 (obr. 7)

Při měření energetické náročnosti pracoval stroj s hodinovou výkonností 8 až 29 t · h⁻¹. Výkonnost stroje jsme regulovali prostřednictvím

HESSTON SP/10



HESSTON 4870



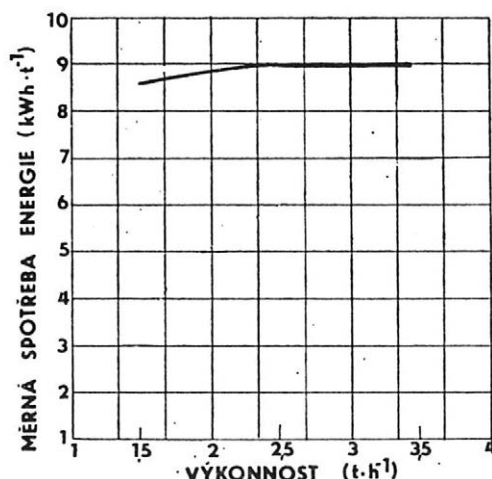
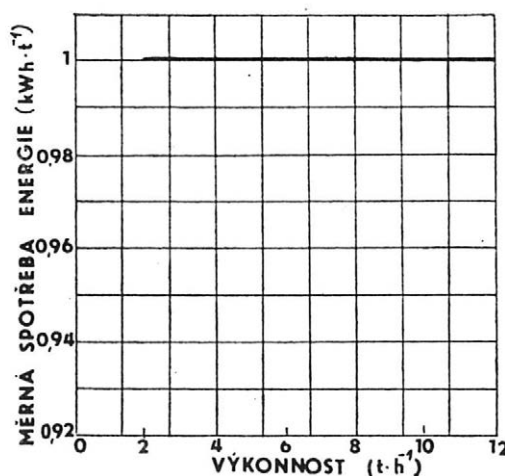
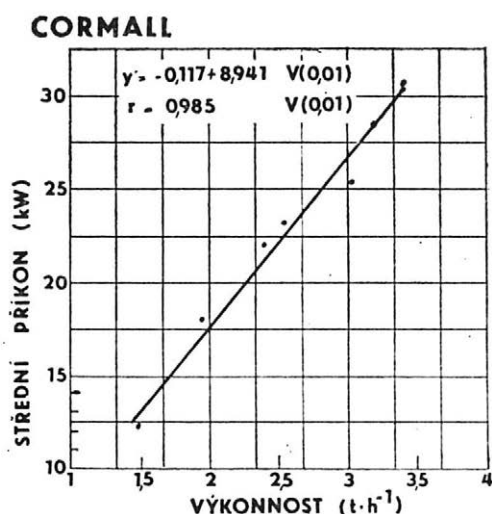
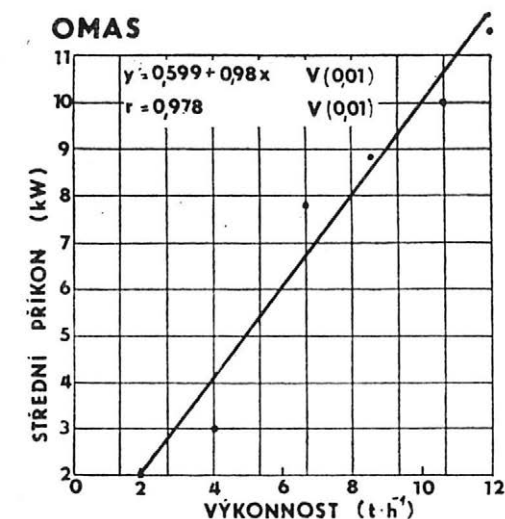
7. Střední příkon a měrná spotřeba energie rozebírače balíků — Mean input power

hydraulicky ovládané vidlice, kterou se balík přitlačoval k rozebíracím rotorům. Čím větší silou se balík na rotory přitlačuje, tím je výkonost vyšší.

V uvedeném rozmezí výkonosti stoupal střední příkon lineárně od 3,5 do 13,5 kW a měrná spotřeba energie se zvyšovala z 0,44 na 0,481 $kWh \cdot t^{-1}$.

Rozebírač OMAS (obr. 7)

Při měření energetické náročnosti pracoval stroj s hodinovou výkoností 2 až 12 $t \cdot h^{-1}$. Výkonost stroje jsme regulovali prostřednictvím hydraulické ruky, kterou byl balík přitlačován na žací lištu. Čím větší silou se balík na lištu přitlačuje, tím je výkonost vyšší.



and specific energy demand of bale unroller

V uvedeném rozmezí výkonnosti stoupal střední příkon lineárně od 2,0 do 11,5 kW a měrná spotřeba energie klesala z 1,0 na 0,985 $kWh \cdot t^{-1}$.

Rozebírač CORMALL (obr. 7)

Při měření energetické náročnosti pracoval stroj s hodinovou výkonností 1,5 až 3,4 $t \cdot h^{-1}$. Výkonnost stroje jsme regulovali prostřednictvím použitého síta. Při použití síta s otvory 70 mm byla hodinová výkonnost nejvyšší, při použití síta s otvory 50 mm byla výkonnost střední a u síta s otvory 30 mm byla výkonnost nejnižší.

V uvedeném rozmezí výkonnosti stoupal střední příkon lineárně od 12,5 do 30,5 kW a měrná spotřeba energie se zvyšovala z 8,66 na 9,00 $kWh \cdot t^{-1}$.

Z hlediska energetické náročnosti je nejvýhodnější rozebírač HESSTON SP-10 (0,437 — 0,454 kWh . t⁻¹, nejméně výhodný je rozebírač CORMALL (8,66 — 9,00 kWh . t⁻¹). Zde je ovšem třeba upozornit, že rozebírač CORMALL zajišťuje vedle rozebírání balíků i intenzivní mechanickou úpravu, takže např. do stacionárních kontinuálních linek na mechanickou a chemickou úpravu slámy již není třeba řadit další stroj na mechanickou úpravu (štípač).

DISKUSE

Z ověřovaných rozebíračů měl nejvýhodnější výsledky stroj HESSTON SP-10, kterým se mohou rozebírat balíky jak kruhového, tak pravoúhlého průřezu při přijatelných ukazatelích kvality práce, výkonnosti i energetické náročnosti.

Zcela nevyhovuje rozebírač OMAS, a to jak způsobem uchycení balíku na prst mechanické ruky, tak dosahovanou výkonností. Aby byl balík napíchnut prstem, musí být opřen o zeď, jinak jej prst sune po zemi a nenapíchne jej. I v případě, že je balík opřen, je napíchnutí v jeho ose velmi obtížné.

Rozebírač HESSTON 4870 umožňuje pouze rozebírání velkoobjemových balíků pravoúhlého průřezu. Je méně výhodný než stroj SP-10.

Rozebírač CORMALL nahrazuje dva stroje — vlastní rozebírač balíků (např. HESSTON SP-10) a stacionární štípač slámy (např. ZK 4-025). Seřizuje se pomocí výměnných sít tak, že splňuje i náročné požadavky na mechanickou úpravu slámy, a to jak co do délek částic, tak i co do tvaru jejich průřezu. V našich podmínkách je však v současné době výhodnější rozebírat velkoobjemové balíky rozebíračem typu HESSTON SP-10 a mechanickou a chemickou úpravu slámy zajišťovat u nás vyvinutými stacionárními štípači (ZK 4-025 a ZK 4-024). Tyto stroje umožňují vedle mechanické úpravy slámy i chemickou úpravu libovolným doporučeným chemickým prostředkem (močovinou, louhem sodným ap.).

ZÁVĚR

Předložená práce obsahuje výsledky měření zahraničních rozebíračů balíků. Umožňuje další zpřesnění karty požadavků č. 11.07.2 na linku pro sklizeň, manipulaci a rozebírání velkoobjemových balíků kruhového průřezu.

Získané poznatky potvrdily správnost požadavku na celou linku, tj. lis — manipulační návěs — rozebírač balíků.

V další etapě výzkumu se má ověřovat mobilní rozebírač balíků i jako vstupní stroj linky na mechanickou a chemickou úpravu slámy (jestliže budeme ke krmení využívat slámu slisovanou do velkoobjemových balíků).

Literatura

- ČIHÁKOVÁ, R.: Následné operace s velkoobjemovými balíky. [Literární rešerše.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1982. 10 s.
- MAISONNIER, CH.: Les deroulenses — distributries de balles rondes. Bull. Inform. CEMAGREF, Bl. n. 300, 1982, č. 1, s. 37-40.
- MALER, J.: Sklizeň slámy lisy na velkoobjemové balíky. [Výzkumná zpráva Z-1371.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1977. 39 s.
- MALER, J.: Sklizeň slámy lisy na velkoobjemové balíky. [Výzkumná zpráva Z-1699.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1980. 73 s.
- MALER, J.: Sklizeň slámy sběracími návěsy s pneumatickým plněním (obřími kopkovači). [Výzkumná zpráva Z-1738.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1981. 55 s.
- MALER, J.: Vyskladňování a rozebírání velkoobjemových balíků slámy. [Výzkumná zpráva Z-1800.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1983. 46 s.

Došlo dne 29. 2. 1984

МАЛЕРЖ, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Разделка крупногабаритных тюков соломы. Земед. Techn., 30, 1984 (9) : 527-544.

В статье приводятся результаты сравнительных испытаний заграничных разборщиков крупногабаритных тюков ХЕССТН СП-10 (А), ХЕССТН 4870 (В), ОМАС (С) и КОРМАЛЛ (Д). У проверяемых устройств для разматывания тюков были установлены следующие основные параметры: доли частиц свыше 300 мм: А — 32,1 %, В — 38,44 %, С — 53,96 %, Д — 0 %; доля расщепленных частиц: А — 68,1 %, В — 36,5 %, С — 14,23 %, Д — 76,4 %; объемная масса соломы: А — 24,3 кг/м³, В — 21,5 кг/м³, С — 18,1 кг/м³, Д — 32,4—43,44 кг/м³; рабочий цикл: А — 163 с, В — 192 с, С — 550 с, Д — 520 с; производительность в часах: А — 8—29 т/ч, В — 5—21 т/ч, С — 2—12 т/ч, Д — 1,5—3,4 т/ч; средняя потребляемая мощность: А — 3,5—13,5 кВт, В — 2,2—10,0 кВт, С — 2,0—11,5 кВт, Д — 12,5—30,5 кВт; удельный расход энергии: А — 0,437—0,454 кВт.ч/т, В — 0,44—0,48 кВт.ч/т, С — 1,0—0,985 кВт.ч/т, Д — 8,66—9,00 кВт.ч/т. Из сравниваемых устройства для разматывания тюков самым хорошим оказался ХЕССТН СП-10, это устройство позволяет разделять как круглые, так и прямоугольные тюки при приемлемых показателях качества труда, производительности и энергоёмкости. Совсем не удовлетворяло устройство ОМАС, а именно, как по своему способу захвата тюка на палец механической руки, так и по производительности. Устройство ХЕССТН 4870 позволяет только разматывать крупные тюки прямоугольные. Устройство КОРМАЛЛ заменяет обе машины, т.е. само разматывание тюков (например, ХЕССТН СП-10) и стационарную плющилку (например, ЗетК 4-025). Размотанная устройством КОРМАЛЛ солома пригодна для непосредственного ее скармливания крупному рогатому скоту.

круглый рулонный тюк; прямоугольный тюк; устройство для разматывания; качество труда; производительность; энергоёмкость

MALER, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Rěpy): *Handling and Unrolling of Big Straw Bales*. Zeméd. Techn., 30, 1984 (9) : 527-544.

The results are given of comparative measurements of foreign processors of big straw bales HESSTON SP-10 (A), HESSTON 4870 (B), OMAS (C) and CORMALL (D). The main parameters as follows were obtained in the bale processors under study: — proportion of particles larger than 300 mm: A — 32.1 %, B — 38.44 %, C — 53.96 %, D — 0 %; — proportion of split particles: A — 68.1 %, B — 36.5 %, C — 14.23 %, D — 76.4 %; — volume weight of straw: A — 24.3 kg per m³, B — 21.5 kg per m³, C — 18.1 kg per m³, D — 32.4 to 43.4 kg per m³; — working cycle: A — 163 s, B — 192 s, C — 550 s, D — 520 s; — per hour-performance: A — 8 to 29 t per ha, B — 5 to 21 t per ha, C — 2 to 12 t per ha, D — 1.5 to 3.4 t per ha; — mean input power: A — 3.5 to 13.5 kW, B — 2.2 to 10.0 kW, C — 2.0 to 11.5 kW, D — 12.5 to 30.5 kW; — specific energy demand: A — 0.437 to 0.454 kWh per t, B — 0.44 to 0.48 kWh per t, C — 1.0 to 0.985 kWh per t, D — 8.66 to 9.00 kWh per t. The HESSTON SP-10 straw shredder seems to be the best out of the machines under study, which unrolls both round and square bales, with good parameters of work

quality, performance and energy demand. The OMAS unroller did not suit at all, by the way of grabbing the bale and by its performance. Only big square bales can be unrolled by the HESSTON 4870 machine. The CORMALL unroller stands for two machines, i. e. bale unroller (e. g. HESSTON SP-10) and stationary straw splitter (e. g. ZK 4-025). Straw processed by the CORMALL unroller can be fed directly to cattle.

round bales; square bales; straw unrollers; quality of work; performance; energy demand

Adresa autora:

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

FENOMENOLOGICKÝ MODEL PRŮBĚHU STLAČOVÁNÍ STÉBELNATÝCH MATERIÁLŮ

J. Blahovec

BLAHOVEC, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Fenomenologický model průběhu stlačování stébelnatých materiálů*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9): 545–555.

Práce obsahuje popis fenomenologického modelu procesu stlačování suchých pórzních materiálů a jeho aplikaci na stlačování žitné slámy do tlaku 0,1 GPa s objemovou hmotností v rozmezí 100 – ~ 1300 kg.m⁻³. Je poukázáno na některá možná zjednodušení modelu v oblasti nižších hodnot tlaků. Diskuse se zabývá možnostmi využití modelu v oblastech vyšších tlaků, kdy dochází k vlastnímu stlačování buněčných stěn. Výpočet stlačovací křivky podle modelu je poměrně složitý, ale proti dříve používaným jednoduchým vztahům umožňuje určit stlačovací křivky v širokých mezích tlaků. Jednotlivé prvky modelu mají fyzikálně opodstatněný status, což umožňuje použít modelu k popisu stlačovaných křivek v širším rozsahu tlaků jak u slámatých, tak i u jiných (nejen suchých) materiálů.

obiloviny; sláma; mechanické vlastnosti; pórovitost; hustota

Stlačování stébelnin je velmi složitý proces, během něhož se nestlačují jen pevné složky stébelnin, ale dochází také k přesunům částic. Výsledkem těchto přesunů je vyplňování mezistébelních prostor, včetně rexienních dutin stébel, a vytěsňování vzduchu z dutin uvnitř stébel (Blahovec, 1982b). U vlhkých materiálů je hlavním médiem, které zaplňuje mezery a dutiny, voda. V případě suchých stébelnin musí být vytěsňování vzduchu zabezpečeno transportem a deformacemi pevných částí stébel.

V předchozí práci (Blahovec, 1982a) byly navrženy modely, které umožňují matematicky vyjádřit stlačovací křivky, tedy závislosti objemové hmotnosti na použitých tlacích, získané experimentálně ve stlačovacích testech. Na rozdíl od Matthiese a Busse (1966), kteří používali pouze jednoduché exponenciální a mocninné vztahy, byl navržen postup výpočtu deformační křivky na základě představ o stlačování pevné fáze ve vzorku a fenomenologického popisu procesu zaplňování mezer a dutin.

Pro tlak p v pevné fázi stlačovaných suchých stébelnin byl dříve nalezen vztah:

$$p = K \cdot \ln \frac{q}{q_s R} \quad (1)$$

kde: K — objemový modul pružnosti buněčných stěn

q — objemová hmotnost stlačeného vzorku

q_s — hustota stěn buněk

R — stupeň vyplnění materiálu sušinou

Veličinu R je také možné definovat výrazem

$$R = 1 - i \quad (2)$$

kde: i — pórovitost stlačovaného materiálu

Pro veličinu R byl použit výraz

$$R = \frac{k_1 \varrho_0 / \varrho_s + (p/p_1)^l}{1 + (p/p_1)^l} \quad (3)$$

kde: k_1, p_1, l — empirické konstanty
 ϱ_0 — počáteční objemová hmotnost materiálu

V předešlé práci (Blahovec, 1982a) byla řešena také otázka tření na stěnách stlačovací komory a nelineární regresní analýzou byly nalezeny konstanty modelu pro stlačování suché žitné slámy do tlaku 10^8 Pa.

Tato práce vychází ze stejných experimentálních dat. Nově je odvozen fenomenologický vztah pro pórovitost (a tedy i pro R), postup započítávající vliv tření na stěnách komory do modelu je upraven. Uvedené úpravy přispěly jednak k fyzikálnímu opodstatnění modelu a v neposlední řadě také k lepší predikční schopnosti modelu.

MODEL STLAČOVÁNÍ SUCHÝCH STÉBELNIN

ZMĚNY PÓROVITOSTI VZORKU PŮSOBENÍM TLAKU

Při posuzování změn pórovitosti vzorku vycházíme z předpokladu, že existují procesy řídící vyplňování mezer a pórů. Obecně můžeme uvedený proces vyjádřit matematicky. V této práci budeme předpokládat, že úbytek pórovitosti s rostoucím tlakem je úměrný mocnině tlaku a samotné pórovitosti. Tlak v tomto případě je chápán jako tlak všestranný, působící v pevné složce materiálu.

Uvedený předpoklad je možné vyjádřit ve tvaru

$$-\frac{di}{dp} = (m+1) \frac{p^m}{p_0^{m+1}} \cdot i$$

kde: m — exponent
 $(m+1)/p_0^{m+1}$ — konstanta úměrnosti s rozměrem $\text{Pa}^{-(1+m)}$

Řešením rovnice (4) je výraz

$$i = C \cdot \exp \left[- \left(\frac{p}{p_0} \right)^{m+1} \right] \quad (5)$$

kde: C — integrační konstanta

Přímá úměrnost mezi $-di/dp$ a pórovitostí v rovnici (4) vyjadřuje prostý fakt, že úbytek pórovitosti je úměrný pórovitosti, to znamená, že úbytek pórovitosti je tím větší, čím větší je tato pórovitost. Úměrnost mezi $-di/dp$ a p^m v uvedené rovnici vyjadřuje úlohu tlaku při změně pórovitosti. Charakter závislosti $i-p$ je dán hodnotou exponentu m .

Předpokládejme, že při stlačování stébelnin dochází nejprve k vyplňování mezi-stébelných dutin; během tohoto procesu se zvýší objemová hmotnost z počáteční hodnoty ϱ_0 na hodnotu ϱ_p , která představuje hustotu stébel, a tedy i slámy s vyplněnými mezerami. Další proces stlačování probíhá na úkor zaplňování vnitrostébelných dutin.

Pórovitost stlačovaných stébelnin pak můžeme vyjádřit jako superpozici dvou dílčích pórovitostí

$$i = i_1 + i_2 - i_1 i_2 \quad (6)$$

Složka i_1 vyjadřuje zastoupení mezistébelných dutin v objemu stlačovaného materiálu a je možno ji vyjádřit ve tvaru daném rovnicí (5):

$$i_1 = \left(1 - \frac{q_o}{q_p}\right) \cdot \exp \left[- \left(\frac{p}{p_{01}} \right)^{1+m_1} \right] \quad (6a)$$

kde: p_{01}, m_1 — parametry charakterizující proces vyplňování mezistěbelných mezer, vyjádřený rovnicí (4)

Zcela obdobně vyjádříme složku i_2 , zachycující zastoupení vnitrostěbelných dutin ve vlastním objemu stlačovaných stébel:

$$i_2 = \left(1 - \frac{q_p}{q_s}\right) \cdot \exp \left[- \left(\frac{p}{p_{02}} \right)^{1+m_2} \right] \quad (6b)$$

kde: q_s — hustota stěn buněk

Hodnota parametru p_{0i} odpovídá tlaku, při němž příslušná pórovitost klesne proti počáteční hodnotě e -krát, tj. 2,718281 ... -krát.

Pro malé hodnoty tlaku p může být vztah (6) vyjádřen rozvojem exponenciálních členů do prvního členu (i_1) a nultého členu (i_2). Pak je možné vztah (6) napsat ve tvaru:

$$i \simeq (1 - q/q_s) \sim (1 - q_o/q_p) \cdot \left[1 - \left(\frac{p}{p_{01}} \right)^{1+m_1} \right] + 1 - q_p/q_s + \\ + (1 - q_o/q_p) \cdot (1 - q_p/q_s) \cdot \left[1 - \left(\frac{p}{p_{01}} \right)^{1+m_1} \right] \quad (6c)$$

Po úpravách přejde výraz (6c) do konečného tvaru

$$q - q_o = A \cdot \left(\frac{p}{p_{01}} \right)^n \quad (7)$$

v němž:

$$A = q_p - q_o \quad (7a)$$

$$n = 1 + m_1 \quad (7b)$$

jsou konstanty. Vztah (7) připomíná známý Skalweitův vztah (Matthies a Busse 1966). Ze vztahů (7a) a (7b) je vidět vzájemná závislost mezi parametry A a n prostřednictvím konstanty m_1 .

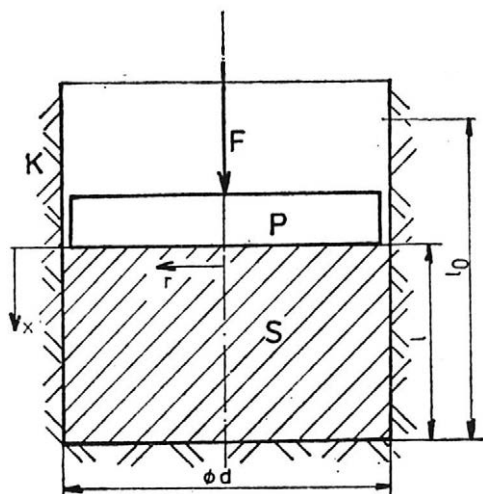
VNĚJŠÍ TLAK

V předchozím výkladu jsme pod pojmem tlak vždy chápali všestranný tlak uvnitř buněčných stěn. Pouze takto pojatý tlak může sloužit jako parametr určující průběh procesů snižování pórovitosti materiálů. Z hlediska popisu procesu stlačování materiálu je však vhodnější používat vnější tlak p' , který představuje sílu působící na jednotku plochy stlačovaného materiálu jako celku, včetně mezer a dutin.

Vztah mezi tlaky p a p' není jednoduchý, neboť obě veličiny nejsou uvnitř stlačovaného materiálu stálé. Pro střední hodnoty obou veličin (označeno stříškou) v určitém místě můžeme psát přibližný vztah

$$\bar{p}' \simeq R^{2/3} \cdot \bar{p} \quad (8)$$

který vychází z předpokladu rovnoměrného plošného rozdělení sil vázaných na pevné složky stlačovaného materiálu.



1. Schéma stlačování stébelnin v kruhové komoře K (F — přítláčná síla na píst P, S — stlačovaný materiál, l_0 — počáteční výška stlačovaného materiálu v komoře; tlak na píst se vypočte ze vztahu: $\bar{p}'_x = 4F/\pi d^2$) — Diagram of compression of stalky materials in a circular chamber K (F — thrust on piston P, S — compressed material, l_0 — initial layer of compressed material in the chamber; thrust on the piston is calculated from the relation $\bar{p}'_x = 4F/\pi d^2$)

STLAČOVÁNÍ STÉBELNIN PÍSTEM V KOMOŘE KRUHOVÉHO PRŮŘEZU

Stlačování stébelnin ve válci je schematicky znázorněno v obr. 1. Střední tlak na píst tohoto zařízení $\bar{p}'_x(l, 0)$ je dán vztahem

$$\bar{p}'_x(l, 0) = \frac{4 \cdot F}{\pi d^2} \quad (9)$$

jehož struktura je nezávislá na velikosti stlačení l . Tlak ve směru osy x není v celém stlačovaném objemu stejný, ale v důsledku tření na obvodu válce směrem ke dnu komory klesá. Vycházíme-li z předpokladu rovnoměrného rozložení tlaku $\bar{p}'_x$ ve směru radiálním a uvážíme-li úměrnost mezi axiálním (x) a radiálním (r) tlakem prostřednictvím součinitele bočního tlaku:

$$\xi(l, x) = \frac{\bar{p}'_x(l, x)}{\bar{p}'_r(l, x)} \quad (10)$$

pak můžeme axiální tlak ve stlačovaném materiálu vyjádřit vztahem

$$\bar{p}'_x = \frac{3}{1 + 2\xi} \cdot R^{2/3} \cdot \bar{p} \quad (11)$$

kde: $\bar{p}$ — střední všestranný tlak ve stěnách buněk

$\bar{p}'_x, \xi, \bar{p}$ — funkce souřadnic určujících polohu místa ve stlačovaném vzorku se závislostí na velikosti stlačení

Tlak $\bar{p}'_x$ ve vztahu (11) musí splňovat krajovou podmínku danou vztahem (9).

Součinitel příčného tlaku ξ není stálou veličinou a závisí na lokálním stlačení pórovitého materiálu. Při malém zaplnění mezer nabývá součinitel příčného tlaku nízkých hodnot, ale s rostoucím zaplněním mezer roste, až nabude stálé hodnoty ξ_{as} . Předpokládáme, že hodnoty součinitele příčného tlaku ξ je možné vyjádřit výrazem

$$\xi = \xi_{as} \cdot R \quad (12)$$

kde: R — stupeň vyplnění materiálu sušinou — viz vztahy (1) a (2)

Tření materiálu po stěnách komory je příčinou poklesu tlaku v komoře směrem od pístu ke dnu komory. Tento pokles je možné vyjádřit v diferenciálním tvaru

$$d\bar{p}'_x = -\frac{4}{d} \bar{p}'_x \xi f dx \quad (13)$$

kde: f — součinitel tření

Se změnou tlaku se mění objemová hmotnost materiálu, ale střední hodnota objemové vlastnosti stlačeného vzorku musí souhlasit s pozorovanou hodnotou $\bar{\rho}$, tj.

$$\bar{\rho} = \frac{1}{l} \int_0^l \rho(x) dx = \frac{4m}{\pi d^2 l} \quad (14)$$

kde: m — hmotnost stlačovaného vzorku

Substitucí výrazu pro dx ze vztahu (13) za dx v rovnici (14) obdržíme nový vztah pro střední objemovou hmotnost:

$$\bar{\rho} = \frac{1}{l} \int_{\bar{p}'_x(l,0)}^{\bar{p}'_x(l,l)} \frac{d}{4\xi f} \frac{\rho(x)}{x} dx \quad (15)$$

kde: $\bar{p}'_x(l, 0)$ — střední tlak na píst
 $\bar{p}'_x(l, l)$ — střední tlak na dno komory

Přímou integrací rovnice (15) je možné nalézt vztah mezi použitým tlakem a výškou stlačované vrstvy

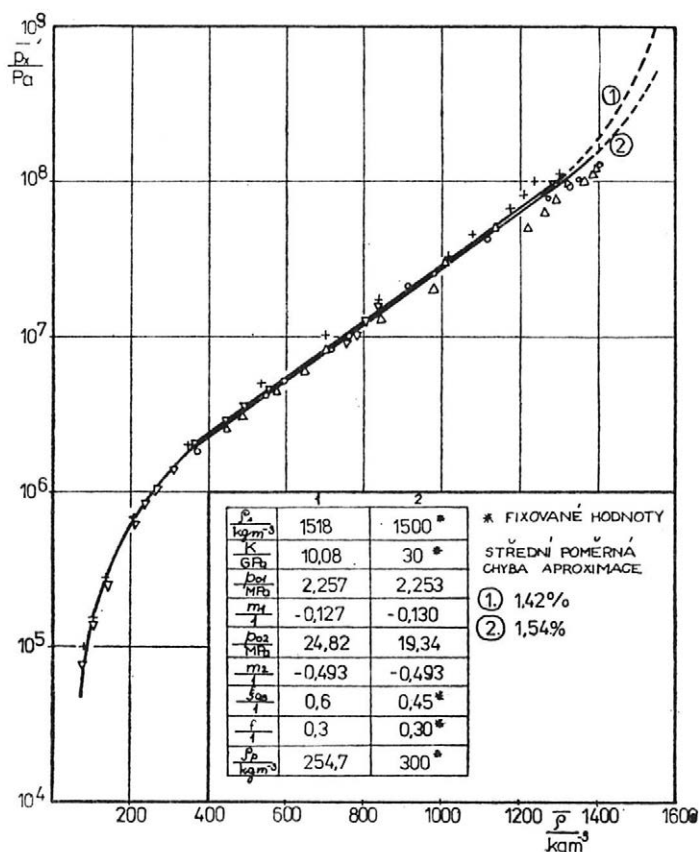
$$l = \frac{d}{4} \int_{\bar{p}'_x(l,0)}^{\bar{p}'_x(l,l)} \frac{dx}{\xi f x} \quad (16)$$

STANOVENÍ HODNOT PARAMETRŮ POUŽITÝCH VZTAHŮ

K danému účelu byly použity čtyři stlačovací křivky, které byly získány při stlačování suché žitné slámy se 7 až 8% podílem vlhkosti, nastříhané na délku 3 až 4 cm. Stlačování bylo realizováno v ocelové komoře o průměru 5 cm. Hmotnost vzorků činila 8,1 g a stlačování při stálé rychlosti 0,167 mm.s⁻¹ na deformačním stroji Instron probíhalo až do tlaku $\sim 0,1$ GPa.

Získané deformační křivky byly popsány cca 20 údaji na jeden stlačovací test ve formě závislosti tlaku na píst na střední objemové hmotnosti stlačované slámy. K popisu této závislosti pro objemové hmotnosti větší než 100 kg.m⁻³ bylo použito již uvedeného modelu a metody nelineární regresní analýzy (James a Ross, 1975) s cílem určit hodnoty těchto parametrů modelu: hustota stěn buněk ρ_s — vztah (6), objemový modul pružnosti K — vztah (1), parametry p_{01} , p_{02} , m_1 , m_2 — vztah (6), mezní hodnota součinitele příčného tlaku ξ_{as} — vztah (12) a součinitel tření f — vztahy (15) a (16). Podstatou výpočtu byla numerická minimalizace funkce tvořené součtem čtverců diferencí mezi vypočtenými a empirickými hodnotami $\bar{\rho}$ v bodech, v nichž byl proveden odečet hodnot z deformačních křivek.

Střední hustota stlačeného vzorku byla určována ze vztahu (15) postupnou numerickou integrací argumentu při současné kontrole horní meze integrálu. Ukončení integrace ve vztahu (15), které souvisí se stanovením výšky stlačeného vzorku l , je vázáno podmínkou, že součin $\pi \bar{\rho} d^2 l / 4$ musí být roven hmotnosti stlačovaného materiálu m . Prakticky to znamená, že součin integrálu ve vztahu (15) a velikosti průřezu stlačovaného vzorku musí rovněž být roven hmotnosti m .



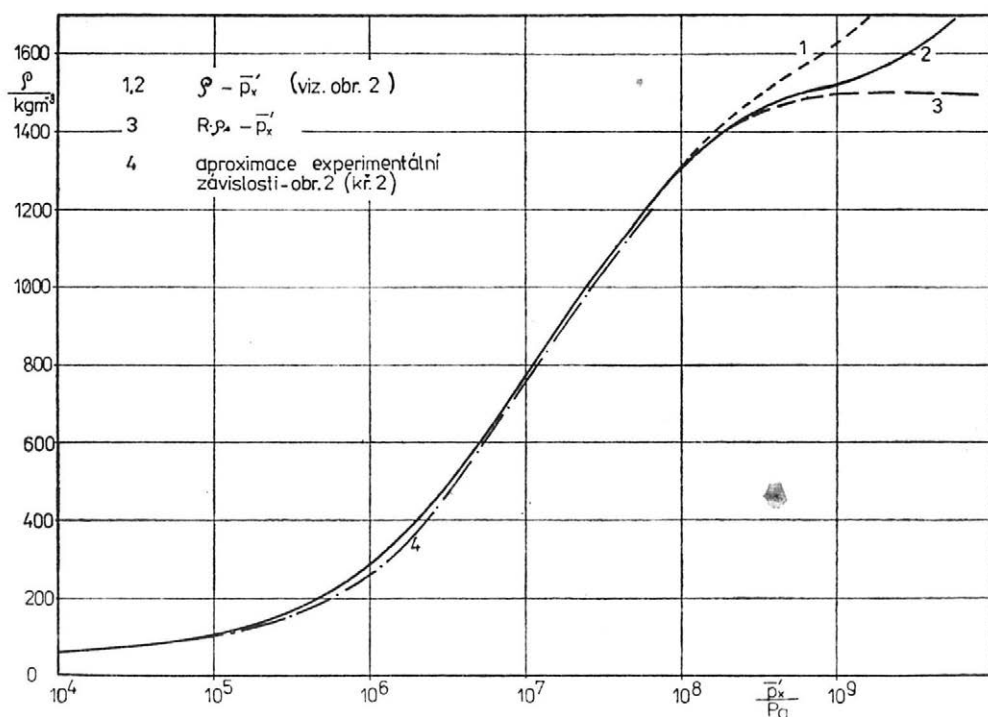
2. Střední tlak na píst $\bar{p}'_x$ při stlačování žitné slámy v komoře v závislosti na střední objemové hmotnosti $\bar{q}$ (aproximované křivky 1, 2 byly získány regresní analýzou dat odečtených ze čtyř stlačovacích křivek — viz různé symboly použité pro experimentální body; k regresi byl použit model popsáný v této práci, v případě označené 2 byly hodnoty některých parametrů v průběhu výpočtu fixovány — viz tab. v obr.) — Mean thrust on piston $\bar{p}'_x$ during compression of rye straw in the chamber in relation to mean volume weight $\bar{q}$ (approximated curves 1, 2 were obtained by regression analysis of the data from four compression curves — cf. the symbols used for experimental points; the model described in this paper was used for regression, in case 2 the values of some parameters were fixed during the calculation — cf. the table in the figure)

Výpočet integrálů ve vztazích (15) a (16) je velmi obtížný vzhledem k proměnlivosti použitých veličin. Jako nezávisle proměnná ve vztahu $\bar{p}'_x(l, 0) - \bar{q}$ byl použit tlak na píst. Pro výpočet integrálů ze vztahů (15) a (16) je nutné předem najít závislost veličin ϱ , ξ a R na tlaku uvnitř pevné složky stlačovaného materiálu. Zároveň je potřeba přepočítat tlak $\bar{p}'_x(l, x)$ na tlak p . Těchto cílů je možné dosáhnout řešením soustavy rovnic (2), (6), (11) a (12). Uvedený výpočet je třeba opakovat ve všech bodech, které jsou použity k numerické integraci naznačené ve vztazích (15) a (16).

Výsledky výpočtů jsou uvedeny v obr. 2. Pro experimentální body odečtené ze čtyř různých stlačovacích křivek byly nalezeny regresní analýzou dvě závislosti a hodnoty příslušných regresních parametrů. Obě závislosti se od sebe velmi málo liší, ačkoliv v druhém případě byly během výpočtu hodnoty pěti parametrů z celkového počtu devíti regresních parametrů fixovány na předem určené pevné hodnoty.

Rozdíly mezi oběma proloženými závislostmi z obr. 2 nejsou velké, i když ve druhém případě (č. 2) je převážná část parametrů fixována na předem určených hodnotách. Příčina tohoto chování modelu spočívá jednak ve vhodné volbě hodnot fixovaných parametrů v případě 2, jednak ve faktu, že průběh závislosti $\bar{p}'_x - \bar{q}$ je v rozsahu námi použitých tlaků určován převážně snižováním pórovitosti vzorku. Klíčovou úlohu v tomto případě hrají parametry p_{01} , p_{02} , m_1 a m_2 , které jsou v obou případech uvedené v obr. 2 parametry volnými. Parametry p_{01} představují v rovnicích (6a) a (6b) hodnoty tlaku, při nichž příslušné pórovitosti klesnou proti počáteční hodnotě e -krát. Z tabulky regresních parametrů, uvedené v obr. 2, je pak zřejmé, jak jsou oba procesy snižování pórovitosti u obou způsobů výpočtu citlivé na působení tlaku. Navzdory rozdílným hodnotám p_{02} u obou závislostí z obr. 2 se rozdíly mezi nimi projeví výrazněji až při velkých hustotách na okraji oblasti měření, kdy se začne projevovat vlastní stlačování buněčných stěn.

Obdobný závěr je možné učinit také z obr. 3, v němž jsou v širokém rozmezí axiálních tlaků 10^4 až 10^{10} Pa uvedeny vypočtené vztahy mezi objemovou hmotností a vnějším axiálním tlakem. Výpočet neobsahuje vliv tření po stěnách komory, a tedy nepočítá ani s nehomogenitou objemové hmotnosti stlačovaného materiálu. Z obr. 3 je zřejmé, že při hodnotách axiálního tlaku vyšších než 0,1 GPa se zvětšují rozdíly mezi výsledky obou uvedených variant výpočtu (obr. 2) a výrazně se začne projevovat vliv hodnoty objemového modulu stlačitelnosti K . Z tohoto pozorování plyne, že pouze proměňování stlačovacích křivek v oblasti tlaků nad hodnotu 0,1 GPa může výrazněji přispět k upřesnění a odstatnění hodnot objemového modulu stlačitelnosti buněčných stěn. V oblasti



3. Hustota stlačované žitné slámy na středním axiálním vnějším tlaku $\bar{p}'_x$, vypočteném z modelových vztahů (1), (2), (6), (11) — Density of compressed rye straw subjected to mean thrust $\bar{p}'_x$, calculated from model relations (1), (2), (6), (11)

nižších použitých tlaků je vliv vlastního stlačení buněčných stěn na průběh stlačovacích křivek omezený a stlačovací křivky mohou být poměrně dobře aproximovány výrazem

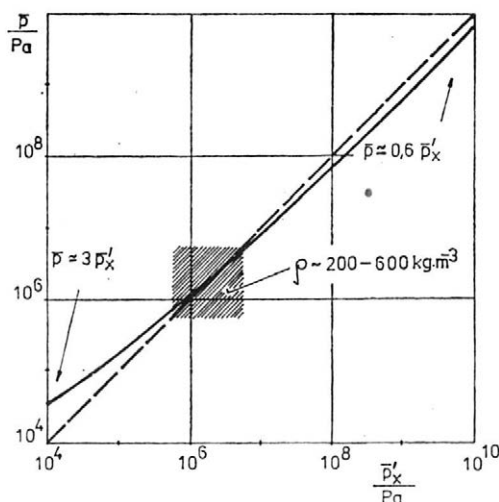
$$\bar{q} = R \cdot q_s \quad (17)$$

jak je to provedeno v obr. 3 závislosti 3. Tření na stěnách komory výrazněji ovlivňuje tvar stlačovacích křivek pouze v oblasti nižších tlaků, jak to plyne ze srovnání závislosti 2 a 4 v obr. 3. Pokles vlivu tření na stlačovací křivku s rostoucím tlakem bezesporu souvisí s poklesem výšky vzorku v průběhu stlačování, a tím také s poklesem velikosti třecí plochy na obvodu vzorku. Ale ani při nízkých tlacích není vliv tření na tvar stlačovacích křivek natolik významný, aby s ohledem na kolísavé vlastnosti stlačovaného média nemohl být v přibližných výpočtech zanedbán.

Použití vztahu (17) pro výpočet střední hustoty stlačovaného materiálu ve tvaru

$$\bar{\rho} = R \cdot \rho_s \quad (17a)$$

představuje zjednodušení výpočtu, které souvisí také se zanedbáním vlivu tření na stěnách komory (viz závislosti 1 a 2 v obr. 2 s $\xi = 0,45$ a $\xi = 0,6$). Výpočet však stále zůstává poměrně komplikovaný, neboť ve výrazech pro pórovitosti (6a) a (6b), které pak prostřednictvím vztahů (6) a (2) slouží k výpočtu stupně vyplnění materiálu sušinou R , se používá vnitřní tlak p . Obr. 4 ukazuje, že vnitřní tlak se obecně významně liší od

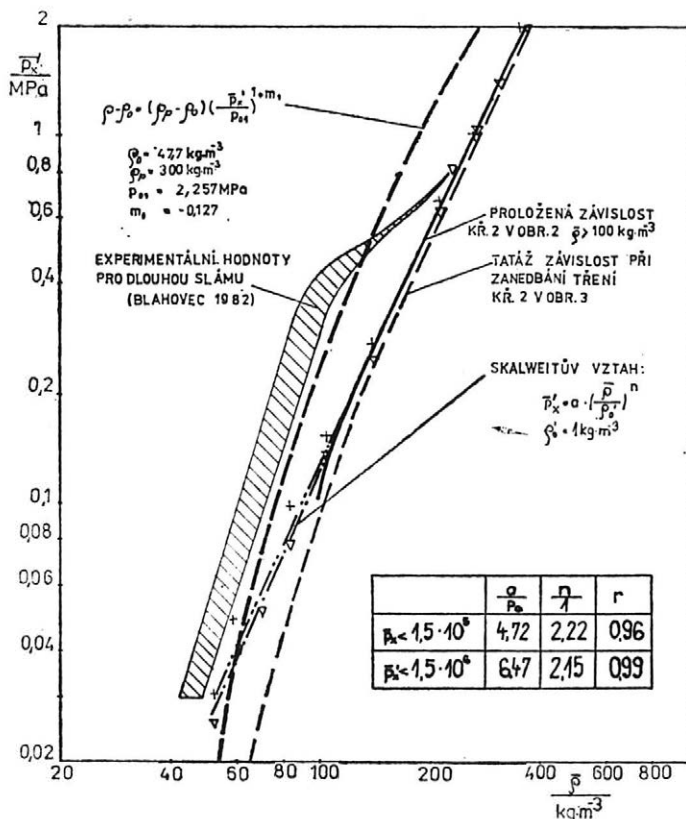


4. Závislost středního „vnitřního“ tlaku na vnějším axiálním tlaku ve výpočtu závislosti 2 v obr. 2 (čárkovaná čára vyjadřuje rovnost $\bar{p} = \bar{p}'_x$) — Relation of mean “inner” pressure to axial thrust for the calculation of equation 2 in Fig. 2 (equality $\bar{p} = \bar{p}'_x$ is represented by a broken line)

měřeného vnějšího tlaku $\bar{p}'_x$ a navíc se vztah mezi těmito veličinami v průběhu stlačování výrazně mění. Na začátku stlačování je vnitřní tlak několikanásobně vyšší než tlak vnější: převládá vliv pórovitosti — viz rovnici (8). V průběhu stlačování s postupným vyplňováním pórů a mezer tento vliv slábne a při tlacích kolem 1 MPa a hustotách 200 až 600 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ začnou převládat hodnoty axiálního tlaku $\bar{p}'_x$ nad hodnotami všestranného tlaku $\bar{p}$. Je možné dosáhnout poměrně dobrého přiblížení pro závislost $\bar{q} - \bar{p}'_x$ s použitím vztahu (17a) a vztahů pro R se záměnou $\bar{p}'_x$ za p , ale u vypočtených závislostí se vyskytují větší odchylky od experimentálních hodnot, zejména v oblasti nižších tlaků až do hodnot ~ 5 MPa.

Veškerá diskuse o použitelnosti navrženého modelu k popisu stlačovacích křivek obilní slámy se zatím týkala slámy s objemovou hmotností větší než 100 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Při analýze použitelnosti tohoto modelu k popisu stlačovacích křivek v oblasti nižších objemových hmotností budeme vycházet z obr. 5. Z tohoto obrázku je zřejmé, že v oblasti

5. Stlačovací křivky slámy a jejich aproximace při nízkých tlacích — Compression curves of straw and their approximations at low pressures



nižších hodnot tlaků použitých ke stlačování ($p' \leq 1,5 \text{ MPa}$) je možné stlačovací křivku velmi dobře aproximovat Skalweitovým vztahem, zatímco závislost vypočtená podle námi navrženého modelu pro objemové hmotnosti větší než 100 kg.m^{-3} dává extrapolaci k nižším hodnotám objemové hmotnosti výsledky rozdílné od experimentálních hodnot.

Je pravděpodobné, že v této části stlačovací křivky, kdy proces vyplňování mezer mezi stébly je určován ohýbáním stébel, není možné proces popsat výrazem (6a), ale pro popis změny pórovitosti při stlačování si vyžaduje zvláštní člen ve vztahu (6). Obr. 5 ukazuje, že jednoduchý vztah (7), podobný vztahu Skalweitovu, představuje závislost, která má jen málo společného s experimentálními hodnotami. Tato nekonzistence pramení zřejmě z toho, že vztah (7) představuje aproximaci modelových představ pro oblast nízkých tlaků, která však je v daném případě mimo rámec jak prováděných měření, tak opodstatněnosti výchozího modelu.

Stlačovací křivky slámy v oblasti nízkých tlaků jsou obecně nepřesně definovány a jejich průběhy závisí na mnoha dalších vlivech, které nejsou zahrnuty v použitém modelu. Jedním z nich je délka řezanky, jak to v obr. 5 dokresluje výsledky z předchozí práce. To je hlavní důvod, proč v této práci nebyla pro oblast velmi nízkých tlaků zvyšována predikční schopnost použitého modelu a jeho využití bylo omezeno na oblast vyšších objemových hmotností stlačované slámy ($\rho > 100 \text{ kg.m}^{-3}$).

ZÁVĚRY

Navržený model procesu stlačování suchých pórézních materiálů velmi dobře popisuje stlačování suché obilní slámy v rozmezí od objemové hmotnosti $\sim 100 \text{ kg.m}^{-3}$ až do maximálních hodnot dosažených při maximálních použitých tlacích $\sim 0,1 \text{ GPa}$.

Rozbor výsledků analýzy několika stlačovacích křivek žitné slámy ukázal, že dominantním procesem v této oblasti stlačování je snižování pórovitosti vyplňováním mezer a dutin. Je tedy možné pro tuto oblast stlačování navržený model a výpočet značně zjednodušit. Nejsložitější částí zjednodušeného výpočtu je numerické určování středního vnitřního tlaku, který slouží jako parametr při určování pórovitosti. Z výpočtů stlačovacích křivek plyne, že k posouzení stlačitelnosti buněčných stěn je nutné provést experimenty při tlacích vyšších než 0,1 GPa.

Zjištěné výsledky budou použity v další práci, v níž budou posuzovány stlačovací křivky slámy různých druhů obilovin v oblasti tlaků do 5 MPa.

Poděkování

Autor by touto cestou rád poděkoval Stavebnímu ústavu ČVUT v Praze, jmenovitě ing. Stárkovi, za umožnění několika stlačovacích testů na zařízení zn. Instron a PhDr. J. Chlumskému za inspirující postřehy (Chlumský, 1983).

Literatura

- BLAHOVEC, J.: Studium procesu stlačování upravené žitné slámy. Zeměd. Techn., 28, 1982a, č. 2, s. 65-75.
- BLAHOVEC, J.: Physikalische Aspekte des Strohpressens. 2. Tagung Physikalische Eigenschaften landwirtschaftlicher Stoffe. Kühlungsborn (NDR), 15.—19. 3. 1982b.
- CHLUMSKÝ, J.: Reologické, tepelné a další fyzikální vlastnosti tvarovaných krmiv, resp. jejich komponent, zvláště materiálů stébelnatých. Praha, Vysoká škola zemědělská v Praze 1983. 233 s.
- JAMES, F. — ROSS, M.: Minuit — A system for function minimization and analysis of the parameter errors and correlations. Comput. Phys. Comm., 10, 1975, s. 343-367.
- MATTHIES, H. J. — BUSSE, W.: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete des Verdichtens von Halmgut mit hohem Normdruck. Grundl. Landtechn., 16, 1966, č. 3, s. 87-92.

Došlo dne 20. 1. 1984

БЛАГОВЕЦ, И. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Феноменологическая модель процесса сдвливания стебельчатого материала. Земед. Техн., 30, 1984 (9) : 545-555.

В статье описывается феноменологическая модель процесса сдвливания (прессования) сухого пористого материала и ее применение при прессовании ржаной соломы до 0,1 ГПа с объемной массой в диапазоне 100 — ~ 1300 кг/м³. Отмечаются некоторые возможности упрощения модели в области пониженных давлений. Обсуждаются возможности использования модели в областях повышенных давлений, когда происходит собственно сдвливание клеточных стенок. Расчет кривой сдвливания согласно модели сравнительно сложен, однако по сравнению с ранее применяемыми простыми соотношениями она позволяет определять кривые сдвливания в широких пределах давлений. Отдельные элементы физически обоснованы, что позволяет применить модель для описания кривых сдвливания в широком диапазоне давлений как у солоmistых, так и у других (не только сухих) материалов.

зерновые; солома; механические свойства; пористость; плотность

BLAHOVEC, J. (University of Agriculture, Praha): *Phenomenological Model of the Compression of Stalky Materials*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 545-555.

A phenomenological model is described of the process of compression of dry porous materials, with its application to the compression of rye straw up to the pressure of 0.1 GPa with the volume weight from 100 to ~ 1300 kg per m³. Simplification of the model in the range of the lower pressure values is pointed out. In the part

discussion possibilities of using the model for higher pressures are treated when cellular walls are compressed. The calculation of compression curve according to the model is rather complicated, but in comparison with the previously used simple relations compression curves can be determined within the broad range of pressures. The status of the components of the model is physically defined; therefore the model can be used for a description of compression curves for a broader range of pressures in straw-like and also in other (not only dry) materials.

cereals; straw; mechanical properties; porosity; density

Adresa autora:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha - Suchbát

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, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hodin, středa od 9.00 do 18.00 hodin, pátek od 9.00 do 15.30 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

BYČKOV, N. I.

D 74.465

Rezervy vysokoproizvoditelného ispolzovanija mašinno-traktornych agregatov.

Moskva, VNIITEISCH 1983. 64 s., 32 tab. (Traktorové agregáty — využití — produktivita — studijní zpráva — SSSR)

ULLRICH, G.

E 43.422

Sicherheit beim Traktoreneinsatz. 3. Auflage.

Berlin, Verlag Tribune 1980. 46 s., obr., tab. (Traktory — využití — organizace)

E 43.182

Udoskonalennja akspluataciji i techničnoho obsluhovuvannja traktora T-150K.

Kyjiv, Urožaj 1982. 108 s., obr., tab. (Traktory kolové — T-105K — obsluha a použití)

Safe tractor driving on slopes.

E 19.689/852

Alnwick, MAFF 1983. Nestr., 9 obr. Leaflet 852. (Traktory — řízení — půdy svahové)

Allzwecktraktor WIESEL.

C 15.353/1980/3b

Hersteller: Fa Wiesel AG., Untere Säge, CH-4803 Vordemwald. Wieselburg a. d. E., Bundesversuchs- und Prüfungsanstalt f. landw. Maschinen u. Geräte 1982. 15 s., 6 obr., gr. Prüfbericht 1980/3b. (Traktory kolové — univerzální — WIESEL — práce na svazích — nářadí — pícniny — sklizeň — zkoušení — Rakousko — zprávy)

ÚPRAVA REGISTRAČNÍHO ZAŘÍZENÍ A UPEVNĚNÍ ČIDLA NA RÝHOVAČI ETC-202

V. Mašek, V. Prošek

MAŠEK, V. — PROŠEK, V. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Úprava registračního zařízení a upevnění čidla na rýhovači ETC-202*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 557-565.

Podle ideového návrhu registračního zařízení při melioračních pracích (Mašek a Prošek, 1982) byl záznam změny úhlu položeného drénu od horizontály pořizován na magnetofonový pásek a dodatečně zpracováván na počítači. Tento nedostatek byl odstraněn vyřešením registračního zařízení, které provádí záznam okamžitě. Současně bylo vyřešeno i upevnění čidla na rýhovači ETC-202. Tím byla odstraněna prodleva mezi pořízením záznamu a jeho zpracováním. Nový registrátor umožňuje obsluhu okamžitou a důkladnější kontrolu práce.

registrační zařízení spádu dna; záznam; pořízení záznamu a jeho zpracování

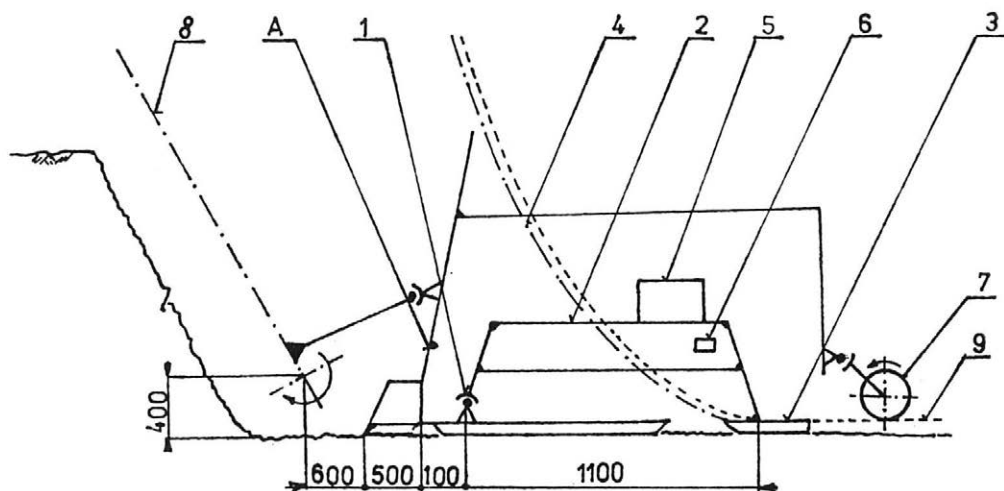
Na Vysoké škole zemědělské v Praze bylo vyvinuto nivelační a registrační zařízení, které zaznamenávalo sklon položených drénů při meliorační výstavbě. Záznam změny úhlu položeného drénu od horizontální roviny byl pořizován na magnetofonový pásek a dodatečně zpracováván na počítači. Výsledkem byl graf, který představoval sklon položeného drénu, a tím i kvalitu vykonané práce. Záznam je kvalitní a odpovídá v daném měřítku skutečnosti.

Nevýhodou tohoto systému bylo, že pracovníci měli záznam k dispozici v časovém odstupu a že zařízení vyžadovalo energetický zdroj o napětí 220 V.

Tyto nedostatky se podařilo vyřešit a byl získán záznam, který okamžitě odpovídal sklonu položeného drénu.

ÚPRAVA REGISTRAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

V systému registračního zařízení, které uvádějí Mašek a Prošek (1982), byly udělány výrazné změny za použití elektronických prvků. Bylo dosaženo přímého záznamu sklonu položeného drénu na registračním papíře. Tím se odstranilo používání magnetofonu a není zapotřebí dalších zařízení k vyhodnocení záznamu (např. čtecí zařízení, počítač apod.). První alternativa celého zařízení je vyznačena v blokovém schématu na obr. 1. Zařízení se skládá z držáku čidla — 1, měřicího čidla na snímání úhlu (gyrovertikály) — 2, převodníku napětí/číslo (A/D) — 3, paměti — 4, předvolby vztažené roviny B — 5, komparátoru velikosti



2. Rám držáku čidla — The frame of sensor holder

ních typů rýhovačů nebo strojů pro bezvýkopovou technologii. Celkem bylo vyzkoušeno pět variant umístění gyrovertikály na rýhovači ETC 202. Z hlediska požadavků na kvalitu záznamu, provozních podmínek i nivelece byla nejlepší varianta, ve které bylo čidlo uchyceno v kladeči (obr. 2). Z obr. 2 vyplývá, že:

a) celé zařízení je umístěno v kladeči; tím se podstatně zmenšilo zpoždění záznamu;

b) bylo využito zkušenosti, že špiče kladeče kopíruje dno rýhy, i když kladeč sám je nakloněn o určitý úhel od roviny dna rýhy; proto byl otočný bod 1 rámu držáku čidla 2 volen co nejbližší k této špičce;

c) druhým kopírovacím členem je lyže 3, která klouže po dně rýhy; náběrová hrana lyže je pokračováním saní 4, po kterých klouže drenážní trubka na dno rýhy; rám držáku 2 je pevně spojen s lyží 3 a otáčí se v bodě 1;

d) gyrovertikála 5 je připevněna k rámu držáku 2 stavitelnými šrouby; tím je umožněno různé nastavení gyrovertikály k horizontální rovině;

e) byla odstraněna obsluha držáku čidla při přejezdech, zvedání nebo spouštění pracovního mechanismu 8. Do značné míry jsou omezeny vibrace celého elementu. Omezení libovolného natáčení držáku 2 zajišťuje kladeč v bodě A a zářezka 6. Tím má držák 2 včetně kluzné lyže 3 pouze omezený úhel natáčení kolem bodu 1. Tento úhel je dostačující k požadovaným změnám spádu provedené drenáže. Uchycení a funkce přítlačného kolečka 7, které je součástí rýhovače ETC 202, se nemění a pohybuje se po drenážní trubce 9.

Konečná úprava registrátoru i čidla byla ověřena při poloprovozních i provozních zkouškách.

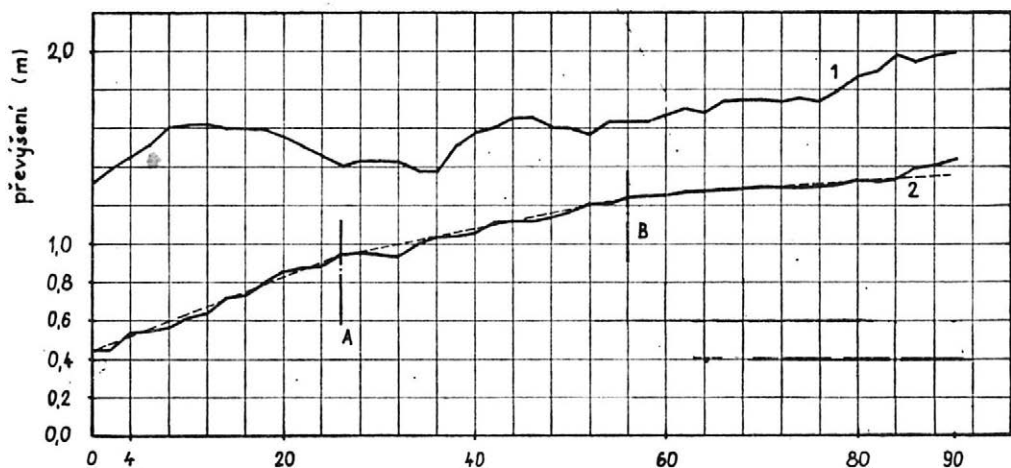
Vzdálenost	Hodnoty pro		Vzdálenost	Hodnoty pro	
	povrch	trubku		povrch	trubku
m					
0	1,290	2,165	54	0,970	1,400
2	1,205	2,160	56	0,975	1,365
4	1,150	2,060	58	0,975	1,350
6	1,090	2,045	60	0,940	1,350
8	0,985	2,040	62	0,900	1,325
10	0,985	1,980	64	0,920	1,325
12	0,955	1,970	66	0,860	1,320
14	0,990	1,865	68	0,845	1,315
16	1,010	1,875	70	0,845	1,305
18	1,005	1,800	72	0,860	1,310
20	1,050	1,745	74	0,850	1,310
22	1,100	1,730	76	0,865	1,300
24	1,155	1,720	78	0,800	1,295
26	1,200	1,655	80	0,725	1,275
28	1,175	1,660	82	0,700	1,280
30	1,175	1,660	84	0,620	1,260
32	1,175	1,675	86	0,650	1,185
34	1,220	1,600	88	0,620	1,200
36	1,225	1,565	90	0,600	1,160
38	1,080	1,560	92		
40	1,020	1,540	94		
42	1,000	1,480	96		
44	0,955	1,475	98		
46	0,950	1,485	100		
48	0,995	1,465	102		
50	1,015	1,435	104		
52	1,025	1,385	106		

VÝSLEDKY

Navržený držák čidla i upravené registrační zařízení jsme podrobili laboratorním a poloprovozním zkouškám. Při montáži byly špice kladeče a kluzná lyže nastaveny na pevné podložce do horizontální roviny. Na indikátoru nivelity v kabině řidiče byla seřizena nulová hodnota výchylky, která byla zajištěna. Podrobný rozbor zkoušek je značně rozsáhlý. Zde jsou uvedeny pouze dva výsledky při ověřování funkce

Vzdálenost	Hodnoty pro		Vzdálenost	Hodnoty pro	
	povrch	trubku		povrch	trubku
m					
0	1,450	2,355	56	1,145	1,935
2	1,420	2,280	58	1,165	1,920
4	1,400	2,275	60	1,155	1,930
6	1,275	2,175	62	1,160	1,920
8	1,190	2,180	64	1,080	1,915
10	1,145	2,185	66	1,055	1,900
12	1,100	2,175	68	1,055	1,890
14	1,120	2,150	70	1,045	1,880
16	1,110	2,145	72	1,100	1,865
18	1,050	2,100	74	1,085	1,850
20	1,040	2,085	76	1,080	1,810
22	1,070	2,065	78	1,095	1,800
24	1,135	2,030	80	1,060	1,825
26	1,225	2,070	82	0,965	1,745
28	1,270	2,030	84	0,960	1,685
30	1,300	2,050	86	0,910	1,645
32	1,300	2,060	88	0,855	1,600
34	1,295	2,055	90	0,800	1,550
36	1,265	2,050	92		
38	1,225	2,020	94		
40	1,175	2,045	96		
42	1,170	1,965	98		
44	1,170	1,950	100		
46	1,190	1,925			
48	1,265	1,925			
50	1,190	1,920			
52	1,200	1,935			
54	1,150	1,950			

navrženého držáku čidla. Výsledky jsou uvedeny v tab. I a II a graficky jsou znázorněny na obr. 3 a 4. U těchto zkoušek jsme sledovali povrch terénu před projetím stroje a dodržení sklonu položené trubky v rýze. Terén, který vybrali pracovníci Sdružených služeb rostlinné výroby Státního statku Tachov, byl značně nerovný (část v protisklonu) a kladl na zařízení velké nároky. Při hodnocení výsledků nelze zanedbat ani skutečnost, že řidič s tímto zařízením neměl dostatečné zkušenosti. Během zkoušek u rýhovače ETC 202 vznikl problém s nestejnou dobou při

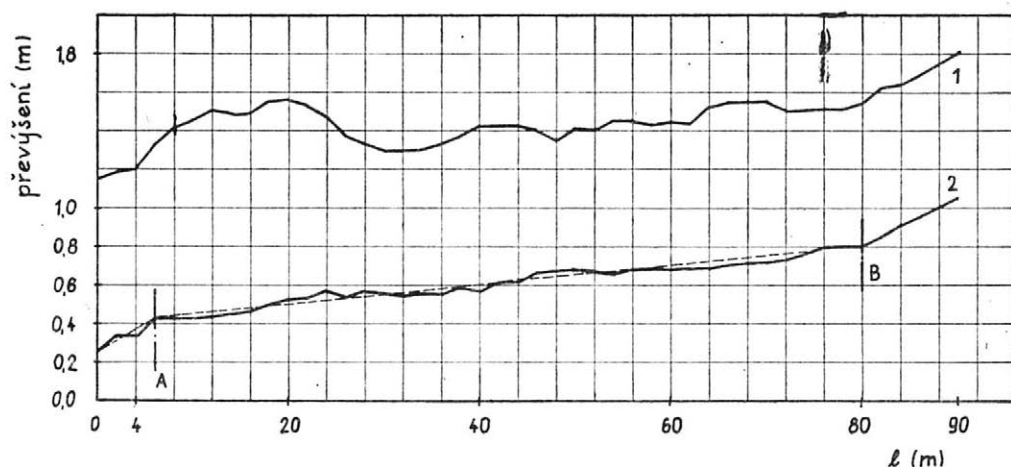


3. Kontrola položeného drénu č. 189 — Check of laid drain no. 189

1 — povrch pozemku; 2 — položený drén; A, B — nařízené změny sklonu na indikátoru nivelity

vyhlubování a zahlubování pracovního mechanismu o konstantní hodnotu (např. 5 cm). Vyhlubování je mnohem rychlejší než zahlubování. Z toho vyplývá, že řidič potřebuje určitou dobu na zácvik a na seznámení s novým zařízením. Vezmou-li se v úvahu uvedené skutečnosti a hodnotí-li se dosažené výsledky, lze konstatovat, že nivelační zařízení uchycené v kladeči (obr. 2) pracuje dobře. Po úpravách má použití i pro ostatní rýhovače a stroje pro bezvýkopovou technologii.

Z obr. 3 je patrné, že po začátečním kolísání řidič dodržoval předepsaný sklon a v bodech A B jej dokázal plynule měnit. Při zkouškách jsme ověřovali i minimální sklony, které lze s navrženým zařízením dodržovat. V úseku A B (obr. 4) bylo řidiči uloženo, aby dodržoval sklon



4. Kontrola položeného drénu č. 190 — Check of laid drain no. 190

1 — povrch pozemku; 2 — položený drén; v úseku AB nařízeno dodržovat spád maximálně jeden dílek od nastavené nuly na indikátoru nivelace; v bodě B nařízena změna spádu

4,5 %. Ukázalo se, že v této oblasti dochází k určitému kolísání kolem předepsaného sklonu. Vezme-li se v úvahu, že výškový rozdíl od 6 do 80 m délky drénu (úsek A B, obr. 4) je 0,35 m, potom průměrný spád je 4,7 %.

Stanovili jsme průměrnou chybu pro celý sledovaný úsek a jednotlivé chyby pro úseky dlouhé 10 m. Při hodnocení se vychází z ON 73 6935, která uvádí v kapitole II, odst. 26: „Nivelita dna drenážní rýhy musí být dodržena s přesností ± 2 cm na 10 m“.

Při zkoušce, jejíž výsledky jsou uvedeny v tab. II a na obr. 4 v úseku A B, byl přikázaný sklon 4,5 % a skutečný průměrný sklon 4,7 %. Rozdíl 0,2 % lze přičíst nepřesnosti zařízení, subjektivní chybě při cejchování i lidskému faktoru, který zařízení obsluhuje.

Je-li 4,7 % průměrný skutečný sklon, potom odchylky od této hodnoty pro jednotlivé 10m úseky jsou:

označení úseku	vzdálenost (z tab. II)	odchylka od $\varnothing$ sklonu 4,7 %	odchylka od ON 73 6935
—	m	cm	cm
1	6 — 16	—2,36	—0,36
2	16 — 26	+2,88	+0,88
3	26 — 36	+0,13	0
4	36 — 46	+2,38	+0,38
5	46 — 56	+2,48	+0,48
6	56 — 66	—0,60	0
7	66 — 76	+0,48	0
8	76 — 80	+1,85	0

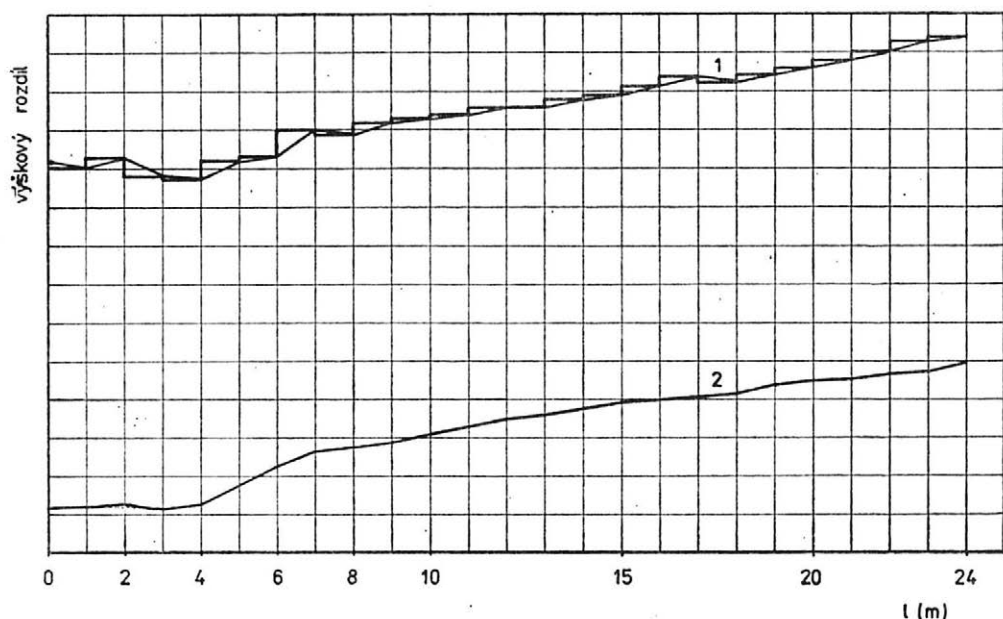
Průměrná odchylka od sklonu 4,7 % činí +0,90 cm na 10 m délky drénu a je v rozmezí dovoleném ON 73 6935. Vezme-li se za základ požadovaný sklon 4,5 %, potom je průměrná odchylka +2,19 cm. To znamená, že je o +0,19 cm větší než je dovolené rozmezí udávané citovanou normou. Vrátime-li se k uvedeným hodnotám odchylek pro jednotlivé 10m úseky, je maximální odchylka proti normě +0,88 cm. Výsledek, jak již bylo uvedeno, ovlivňuje dovolená nepřesnost gyrovertikály, nezkoušenost řidiče i půdní a vlhkostní podmínky staveniště.

V bodě B obr. 4 byl dán řidiči příkaz ke změně sklonu dna drenážní rýhy.

U obou zkoušek (obr. 3 a 4) lze konstatovat, že rýhovač nekopíroval terénní nerovnosti a že řidič dodržoval hloubku podle požadovaného dna rýhy. Tím docházelo — po překonání terénní vlny a protisklonu — ke značné změně hloubky rýhy, a to až o 60 cm (obr. 3).

Před začátkem práce bude nutné stanovit správný spád podle projektu a dané situace, neboť — jak vyplývá z obr. 3 — při nesprávně voleném spádu (úsek O-A) může dojít k úplnému vyhloubení rýhovače.

V poloprovozních zkouškách se ověřovala nejen funkce navrženého držáku čidla a indikátoru nivelity, ale i nově upraveného registrátoru. Zde neuvádíme teoretický rozbor činnosti ani pořizování záznamu re-



5. Kontrola registrátoru — stupňovitý záznam — Check of the recorder — step-by-step record

1 — záznam registrátoru po 1 m; 2 — nivelace dna po 1 m

gistrátoru. Jsou uvedeny pouze výsledky jedné zkoušky registrátoru (obr. 5); podrobnější rozbor uvádějí Mašek a Prošek (1982). Již laboratorní zkoušky prokázaly, že každá změna výchylky na indikátoru nivelity se projeví na registrátoru stoupáním nebo klesáním stupňovitého grafu. Spojením vrcholů stupňovitého grafu vzniká křivka, která v určitém měřítku znázorňuje sklon položeného drenážního potrubí. Na obr. 5 je upravený stupňovitý graf, který je pořizován registrátorem na papíře. Jeho vrcholy jsou spojeny plynulou čarou 1, která představuje kontrolu toho, jak řidič dodržoval předepsaný spád. Čára 2 představuje kontrolu spádu provedenou nivelačním přístrojem. Pro lepší názornost jsou obě čáry (1 a 2) vzájemně posunuty. Porovnáme-li průběh záznamu z registrátoru a kontrolního měření, lze konstatovat, že nově upravený registrátor pracuje kvalitně a zaznamenává nerovnosti dna se značnou přesností.

ZÁVĚR

Vyřešením a ověřením kopírovacího členu (držáku čidla), který nese gyrovertikálu pro rýhovače ETC 202, se podstatně zkrátilo zpoždování záznamu. Tím je regulace sklonu dna pomocí indikátoru nivelity plynulejší a dosažené výsledky jsou kvalitnější. Při zvedání nebo zkoušení pracovního mechanismu nemusí posádka rám čidla zajišťovat. Navržené a odzkoušené zařízení má po úpravách univerzální použití u ostatních rýhovačů nebo strojů pro bezvýkopovou technologii.

Upravený registrátor splňoval při poloprovozních zkouškách kvalitativní ukazatele. Bylo odstraněno zdlouhavé zpracování záznamu, takže

techničtí pracovníci na stavbě i řidič stroje mohou během jízdy kontrolovat stupňovitý graf, dělat potřebné korekce a každodenně vyhodnocovat kvalitu vykonané práce. Stavební dozor má cenný podklad pro přejímku stavby.

Upravené zařízení může pracovat samostatně jako nivelační jednotka, takže podle indikátoru nivelity ovládá řidič pracovní mechanismus bez pořizování trvalého záznamu.

Toto zařízení lze používat i při jiných stavebních pracích nejen v resortu zemědělství, ale i při registraci terénu pro různé účely.

Literatura

MAŠEK, V. — PROŠEK, V.: Ideový návrh registračního zařízení při melioračních pracích. Zeměd. Techn., 28, 1982, č. 9, s. 553-560.

MAŠEK, V. — PROŠEK, V.: Řešení podmínek pro uplatnění progresivních forem využívání a řízení meliorační techniky. [Dílčí výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1982.

ON 73 6935 Odvodnění zemědělských půd. Výstavba. 1979.

Došlo dne 13. 1. 1984

МАШЕК, В. — ПРОШЕК, В. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Модификация регистрирующего устройства и укрепление датчика на траншекопатель ЕТЦ-202. Земед. Techn., 30, 1984 (9) : 557-565.

По идейному проекту регистрационного устройства во время мелиоративных работ (Ма-шек и Прошек, 1982) изменения угла проложенной дрены от горизонтали записывались на магнитофонную ленту и дополнительно обрабатывались на вычислительной машине. Этот недостаток был устранен путем разработки регистрационного устройства, которое немедленно записывает результаты. Одновременно было решено и укрепление датчика на траншекопателе ЕТЦ-202, в результате чего сократилось время и отпала лишняя работа. Новый регистратор позволяет персоналу немедленно и тщательно контролировать свою работу.

регистрационное устройство наклона дна; запись; регистрация данных и их обработка

MAŠEK, V. — PROŠEK, V. (University of Agriculture, Praha): *Adaptation of a Recorder and Attachment of a Sensor on the ETC-202 Trench Digger*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 557-565.

According to the ideal concept of a recorder used in the course of reclaiming works (Mašek, Prošek, 1982), a deviation of the angle of laid drain from the horizontal plane was recorded on a magnetic tape and then processed by a computer. This shortcoming has been compensated by a recorder providing immediate records. The attachment of a sensor to the ETC-202 trench digger was solved at the same time. The delay between the recording and its processing was removed. Using the new recorder, the control of the works is immediate and more efficient.

recorder of bottom gradient; record; recording and record processing

Adresa autorů:

Doc. ing. Václav Mašek, CSc., Václav Prošek, Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha - Suchbát

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, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hodin, středa od 9.00 do 18.00 hodin, pátek od 9.00 do 15.30 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

FYNN, R. P. — SHORT, T. H.

D 59.045/106

The salt stabilized solar pond for space heating, a practical manual.

Wooster, Ohio State University 1983. 40 s., 31 obr., tab. Special circular 106. (Sluneční energie — akumulace — sluneční nádrže)

HIATT, R. S.

C 25.312/33

Requirements for farm use of solar energy in Kentucky.

Lexington (Kentucky), College of Agriculture 1982. 7 s., 1 tab., 3 obr. AEES - 33. (Sluneční energie — zemědělství — využití — USA — Kentucky)

Ekonomičeskij spravocnik sel'skogo mehanizatora.

E 43.547

Odessa, Majak 1983. 204 s., obr., tab. (Mechanizace zemědělství — ekonomické otázky — příručka)

WISE, D. L.

C 28.312/1,2

Fuel gas production from biomass.

Boca Raton (Florida), CRC Press. Vol. 1. 1981. 264 s., obr., tab. Vol. 2. 1981. 280 s., obr., tab. (Bioplyn a metan — výroba a využití — sborníky mezinárodní — USA)

Stroitel'stvo sel'skikh dorog.

D 74.906

Moskva, Transport 1982. 295 s., obr., tab. (Cesty — zemědělství — stavba — příručka)

D 69.307/293

Fortschritt mejetaersker type E 514. Fabrikant: VEB Kombinat Fortschritt, Neustadt, DDR.

Bygholm, Statens jordbruketstekniske forsøg 1983. 10 s., obr., tab. Meddelelse nr. 293. (Sklízecí mlátičky — E 514 — zkoušení — Dánsko — zprávy)

HODNOCENÍ NOVÉHO DOJICÍHO ZAŘÍZENÍ DZ 101, TYP ZD 3-010, Z HLEDISKA HYGIENY PRVOVÝROBY MLÉKA

A. Citterbergová, J. Hojovec

CITTERBERGOVÁ, A. — HOJOVEC, J. (Vysoká škola veterinární, Brno): *Hodnocení nového dojicího zařízení DZ 101, typ ZD 3-010, z hlediska hygieny prvovýroby mléka*. Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 567-571.

Hodnotili jsme mobilní dojicí zařízení ZD 3-010 z hlediska hygieny prvovýroby mléka. Bylo prokázáno, že tímto zařízením lze dosáhnout hygienických parametrů srovnatelných s výsledky v dojírnách různých typů. Výrazně lepší výsledky byly získány při použití individuálních utěrek či utěrek jednorázových. Na podkladě těchto výsledků bude individuální utěrky doporučovat i výrobce zařízení. Pojízdné zařízení umožňuje snadnou dopravu teplé vody v tepelně izolovaném zásobníku i všech ostatních potřeb na visuté drážce. Kapacita zásobníků dvou jednotek (2 X 25 l) pracujících na jedné řadě stačí na to, aby bylo dosaženo popsaného stupně hygieny při nepřítli znečištěných vemenech 40 dojnic.

hygiena dojení; bakteriální kontaminace hrotů struků; individuální utěrky na vmena dojnic

Chov skotu, zvláště chov dojnic, lze v současné době považovat za odvětví živočišné výroby, jehož rozvoji je třeba věnovat co největší pozornost. Kromě zvyšování užitkovosti a racionálního využívání krmiv je snahou nejen u nás, ale na celém světě zvyšovat produktivitu práce, což není možné bez zavádění účelné mechanizace či automatizace. V chovu dojnic zůstává i ve velkovýrobě pracovně nejnáročnější operací získávání mléka, které vyžaduje 60 % i více z celkové potřeby lidské práce vynakládané na obsluhu dojnic. Je proto nezbytně nutné sledovat směry vývoje dojicí techniky ve světě a průběžně zajišťovat v ČSSR vývoj i výrobu vyhovujících linek dojení pro naše zemědělské podniky (Ren a Kolář, 1981).

Strojní dojení je však nejnáročnějším pracovním procesem v chovu dojnic i z hlediska nároků na kvalifikaci ošetřovatelů, intenzitu a pečlivost jejich práce (Vegricht, 1981).

Výrazný odklon od systémů volného ustájení, který je u nás patrný v několika posledních letech, se promítá i do skladby strojních linek dojení. Uplatňují se postupy s potrubními strojními linkami dojení na stání. Vývojové práce a poznatky ze zahraničí vyústily v návrh, zhotovení a ověření nového mobilního dojicího zařízení pro vazné stáje DZ 101, typ ZD 3-010, (Vegricht, 1983).

Vegricht (1983) uveřejnil článek o úspěšném postupu vývoje a ověření mobilního dojicího zařízení pro vazné stáje, které by splňovalo tyto požadavky:

- dosažení vysoké stability podtlaku,
- možnost zjišťovat individuálně množství nádoje,
- jednoduchý odběr vzorků,
- jednoduché zkoušky dojitelnosti,
- příhodné podmínky pro hygienické získávání mléka a zvýšenou hygienu mléčné žlázy,
- podmínky pro poloautomatické, popřípadě automatické ukončení dojení,
- výkonnost dojiče 35 až 40 dojnic za hodinu při použití automatického ukončení dojení a dodržení předepsaného pracovního postupu.

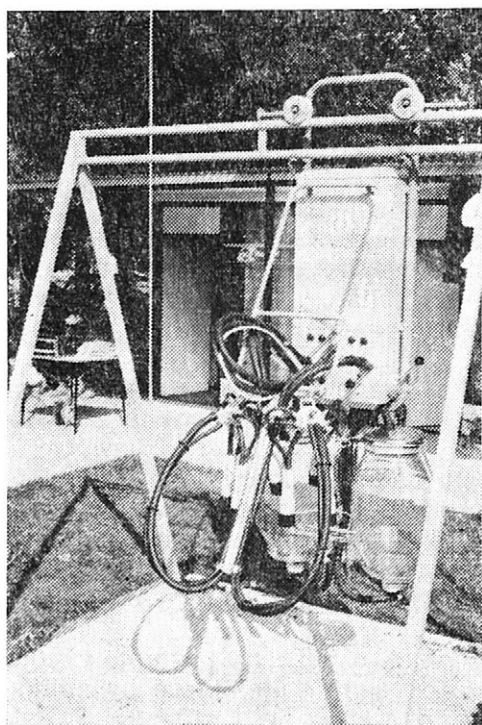
Volba dojičního zařízení pro objekt dojnic závisí v podstatě na investoru a souvisí s koncentrací dojnic v objektu a se způsobem jejich ustájení.

Dojení v dojárnách nesporně poskytuje lepší pracovní podmínky pro dojiče a hygieničtější prostředí pro získávání mléka (H o j o v e c, 1981). Vytváří předpoklady pro široké uplatnění prvků automatizace řízení procesu vlastního dojení a sběru dat o jednotlivých dojnicích, a tím i pro řízení procesu výroby mléka na farmě dojnic výpočetní technikou (V e g r i c h t, 1981).

Cílem naší práce bylo zhodnotit, jaké předpoklady pro hygienické získávání mléka mobilní dojicí zařízení ZD 3-010 vytváří.

MATERIÁL A METODA

Prototyp dojičního zařízení ZD 3-010 byl instalován výrobcem k. p. Agrozet Pelhřimov ve čtyřřadém vazném stlaném kravíně. Sloužil k dojení dvou řad dojnic. Zbývající dvě řady byly dojeny potrubním dojícím zařízením ZD 2-010. Jedna do-



1. Mobilní dojicí jednotka ZD 3-010 —
Mobile milking machine ZD 3-010

jíčka obsluhovala naráz dvě jednotky mobilního dojícího zařízení, tj. čtyři dojící stroje. Mobilní dojící jednotka pojíždí po kolejničce umístěné na konci stání ve výši zhruba dva metry. Jedna jednotka se skládá ze dvou dojících strojů a dvou odměrných nádob. Je opatřena barevnou signalizací ukončení dojení ve fázi stisku. Součástí je zásobník vody o objemu 25 l (obr. 1).

Pro posouzení funkce sledovaného dojícího zařízení jsme považovali za nezbytné vyhodnotit znečištění vemen jako faktoru souvisejícího s ustájením dojníc, který se může promítat do postupu očisty vemene, a tím i do hygieny prvovýroby mléka.

Sledovali jsme postup při očištění vemen a stěrovou metodou jsme zjišťovali bakteriální znečištění hrotů struků před nasazením dojící soupravy po omytí vemene a jeho oťření:

a. skupinovou utěrkou (jedna utěrka pro skupinu dojníc),

b. individuální utěrkou (jedna utěrka pro jednu dojnici, vypraná a mezi dojeními uložena v dezinfekčním roztoku).

Stěry byly kultivovány na Endův a Edwardsův agar a po inkubaci byly vyhodnoceny bodovým semikvantitativním způsobem.

VÝSLEDKY

Vizuální znečištění vemen dojníc je patrné z tab. I. Zjistili jsme cca 25 % dojníc se středně a silně znečištěným vemem. To zhruba odpovídá čistotě vemen dojníc, kterou jsme v předchozím období zjišťovali u volného boxového bezstelivového ustájení dojníc se zarošťovanými hnojnými chodbami.

I. Vizuální znečištění vemen dojníc (n = 829 kusů) — Visual impurity of dairy cow udders (n = 829 cows)

	Vemeno a struky			
	zcela čisté	mírně znečištěny	středně znečištěny	silně znečištěny
Kusy	231	393	170	35
9,7 20	27,9	47,4	20,5	4,2

Bakteriální kontaminace hrotů struků po očištění vemene je zřejmá z tab. II. Edwardsův agar byl použit zejména pro eventuální záchyt streptokoků vyvolávajících zánět mléčné žlázy. Pro hygienické zhodnocení úrovně očisty vemene slouží Endův agar. Podle tab. II je na této

II. Bakteriální kontaminace hrotů struků — Bacterial contamination of teat tips

Utěrky	Bodový průměr na jednu dojnici	
	Endův agar	Edwardsův agar
Skupinové	9,3	13,5
Individuální	4,9	12,1

Bodový průměr dojnice (za čtyři struky) teoreticky možný 0—16; při hodnocení porostu z jednoho struku znamená

0 — sterilní

1 — ojedinělý výskyt kolonií

3 — velmi hustý výskyt kolonií

4 — nepočítatelné, slitá vrstva kolonií

živné půdě zřejmý značný rozdíl mikrobiálního znečištění struků podle utěrky použité k otření vemene. Při používání skupinové utěrky činil bodový průměr na dojnicí 9,3, což zhruba značí hustý až velmi hustý porost kolonií z každého stíraného struku. Značné snížení bakteriální kontaminace hrotů struků je patrné při používání individuálních dezinfikovaných utěrek. Bodový průměr 4,9 značí ojedinělý výskyt kolonií z každého stíraného struku.

DISKUSE

Mobilní dojicí zařízení ZD 3-010 bylo ověřováno v objektu, který z hlediska čistoty vemen dojníc vytvářel poměrně obtížné podmínky. Třebaže se jednalo o objekt stlaný, byl zde poměrně vysoký podíl (cca 25 %) dojníc s vemenem středně a silně znečištěným, což klade zvýšené nároky na jeho očistu a na spotřebu vody. K podobným závěrům dospěli i Thum aj. (1983).

Bakteriální čistota vemen dojníc, dosažená při testaci sledovaného zařízení skupinovou utěrkou, je srovnatelná s výsledky, které jsme zjišťovali při stejném postupu v dojárnách různého typu (Hojovec a Citterbergová, 1980). Zde bylo dosahováno bodových průměrů 10,8 až 14,5, zatímco u ověřovaného zařízení 9,3. Uvedený rozdíl je však nutné přičíst spíše mimořádné péči ošetřovatelů ve sledovaném objektu.

Z výsledků této práce také vyplývá význam inividuálních utěrek při očištění vemen, s nimiž bylo dosaženo pronikavě lepších výsledků, srovnatelných s námi dříve zjištěnými hodnotami (Hojovec a Citterbergová, 1980).

Při celkovém hodnocení mobilního dojicího zařízení z hlediska hygieny prvovýroby mléka je zásoba 25 litrů teplé vody v tepelně izolované nádobě značným přínosem. Objem jeho dvou jednotek, pracujících na jedné řadě dojníc (2 × 25 l), může postačit pro umytí vemen zhruba 40 dojníc. V případě, že znečištění je silnější, a zvláště při pečlivé práci dojiček, však uvedený objem nestačí a zásobník je nutné během dojení doplnit. K tomu dochází i při častějším skopávání dojicích souprav (např. u prvotelek), které je nutné před opětným nasazením pečlivě omýt, čímž se spotřeba vody zvyšuje.

Spotřeba vody k umývání vemen, eventuálně k umývání spadlých souprav, je však omezena i tou skutečností, že veškerá použitá voda stéká na stání, zamokřuje je a při použití většího množství negativně ovlivňuje hygienu stáje.

Nespornou výhodou sledovaného zařízení však zůstává, že odstraňuje nutnost nosit čistou vodu k očištění vemen ve kbelících a vytváří vhodné předpoklady pro vyhovující přípravu vemen, a tím i pro hygienické získávání mléka.

Výhodné jsou i drátěné košíky na utěrky čisté a použité a úchytky na nádobku pro odstřík mléka a pro dezinfekci hrotů struků po dojení. Pracnost snižuje i uchycení dojicích strojů na pojízdné jednotce.

Literatura

- HOJOVEC, J.: Hygiena hospodářských zvířat — část speciální — hygiena chovu skotu. Skriptum. Vysoká škola veterinární, Brno 1981.
- HOJOVEC, J. — CITTERBERGOVÁ, A.: Podmínky ustájení dojníc ve velkovýrobní technologii. [Závěrečná zpráva VL-333-1-03-01.] Brno, Vysoká škola veterinární 1980.
- REN, K. — KOLAŘ, K.: Nové směry v dojení technice. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 10, s. 629-635.
- THUM, E. — UHMAN, F. — VOIGT, J. — FÄRBEROVÁ, K.: Vliv techniky na zvyšování hygieny dojení. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 1, s. 37-46.
- VEGRICHT, J.: Mobilní dojící zařízení pro vazné stáje. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 7, s. 417-427.
- VEGRICHT, J.: Strojní linky pro chov skotu v podmínkách řízené výživy a omezené investiční výstavby. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 4, s. 227-240.

Došlo dne 20. 2. 1984

ЦИТТЕРБЕРГОВА, А. — ГОЙОВЕЦ, Й. (Ветеринарный институт, Брно): Оценка нового устройства ДЗ 101, тип ЗД 3-010 с точки зрения гигиены производства молока. Земед. Техн., 30, 1984 (9) : 567-571.

Нами оценивалось подвижное доильное устройство ЗД 3-010 с точки зрения гигиены производства молока. Было доказано, что при помощи такого устройства можно достичь санитарно-гигиенических параметров, сравнимых с результатами в доильных помещениях других типов. Явно лучшие результаты были получены при применении индивидуальных, или же одноразовых полотенец. На основе этих результатов индивидуальные полотенца будут рекомендоваться и изготовителями этих установок. Подвижная установка позволяет легко подавать теплую воду в теплоизолированном бункере и всех остальных принадлежностей на подвешной дорожке. Емкость бункеров двух установок (2 X 25 л), работающих в одном ряду, достаточна для соблюдения описанной степени гигиены при сравнительно чистом вымени 40 дойных коров.

гигиена дойки; бактериальное заражение кончиков сосков; индивидуальные полотенца для вымени

CITTERBERGOVÁ, A. — HOJOVEC, J. (University of Veterinary Medicine, Brno): *Evaluation of New Milking Machine DZ 101, Type ZD 3-010, with respect to the Hygiene of Milk Primary Production.* Zeměd. Techn., 30, 1984 (9) : 567-571.

The mobile milking machine ZD 3-010 was evaluated with respect to the hygiene of milk primary production. It was demonstrated that the hygienic parameters by these machines were comparable to those in milking parlors of other types. The use of individual cloths or single-use cloths provided the expressively better results. Applying the above results, individual cloths will be recommended by the manufacturers of the machines. The mobile equipment serves for an easy supply of warm water in a thermally insulated tank and of the other things in a suspended groove. The volume of the tanks of two units (2 X 25 l) working in a row is large enough to achieve the described degree of hygiene if the udders of 40 dairy cows are not impure very much.

milking hygiene; bacterial contamination of teat tips; individual cloths for dairy cow udders

Adresa autorů:

MVDr. Alena Citterbergová, doc. MVDr. Jiří Hojovec, CSc., Vysoká škola veterinární, Palackého 1-3, 612 42 Brno

PROFESOR KAREL NEUBAUER — 60 LET

Významného životního jubilea — 60 let — se 6. září dožívá pracovník mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze prof. ing. Karel Neubauer, CSc.

Prof. Neubauer je jedním ze zakladatelů mechanizační fakulty a působí na ní od jejího vzniku v roce 1952. Před tím, ve školním roce 1951—1952, se zúčastnil příprav podkladů pro její založení.

Po absolvování ČVUT, fakulty strojní, nastoupil do řádné aspirantury a dosáhl hodnosti kandidáta technických věd. V roce 1965 se habilitoval a později byl jmenován vysokoškolským profesorem.

Více než 30 let pracuje prof. Neubauer na katedře zemědělských strojů ve vědním oboru teorie zemědělských strojů, ve kterém se specializuje na stroje sklizňové a na stroje pro čištění, třídění a sušení. V současném učebním plánu přednáší tuto problematiku v rámci předmětu „Stroje pro rostlinnou výrobu“, a to ve studiu denním, dálkovém i postgraduálním. Z tohoto oboru rovněž zpracoval s autorským kolektivem již v roce 1959 celostátní středoškolskou učebnici, která vyšla ve čtyřech upravených vydáních a kterou používali i studenti vysokých škol zemědělských. Pro uvedený předmět zpracoval rovněž vysokoškolská skripta. V oboru zemědělské stroje vede prof. Neubauer diplomové práce, je školitelem aspirantů, řeší výzkumné úkoly, dělá oponentury výzkumných zpráv, kandidátských prací, skript a učebnic.

Během celoživotní činnosti na mechanizační fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze působil prof. Neubauer úspěšně v akademických i jiných funkcích. Od roku 1957 byl proděkanem pro mimořádné způsoby studia, potom proděkanem pro pedagogickou a výchovnou činnost a prorektorem VŠZ pro studium při zaměstnání. V akademických funkcích působil 14 let. Vedle těchto funkcí byl průběžně vedoucím nebo členem komise pro přestavbu studia, v níž se účastnil tvorby učebních plánů studijního oboru mechanizace zemědělství. Řadu let pracuje v komisích a oborových radách ministerstva školství. Je rovněž dlouholetým členem komise pro státní závěrečné zkoušky na mechanizační fakultě v Praze a předsedou této komise na Vysoké škole zemědělské v Brně, dále je členem vědeckých rad na mechanizační fakultě v Praze a na Vysoké škole zemědělské v Praze, jakož i členem české komise pro obhajoby kandidátských disertačních prací. V mimoškolské činnosti je aktivním členem komise ČSAZ pro mechanizaci rostlinné výroby.

Během více než 30letého působení na vysoké škole se prof. Neubauer podílel na výchovné a společenské činnosti. Pracoval ve stranických a odborových funkcích na katedře, fakultě i vysoké škole. V současné době pracuje jako lektor ideově politického vzdělávání.

Úspěšná činnost prof. Neubauera byla několikrát velmi kladně hodnocena. Je nositelem několika titulů a vyznamenání. Mimo jiné mu byla udělena stříbrná a zlatá medaile VŠZ, je Vynikající pracovník zemědělství a výživy, je nositelem čestného titulu Zasloužilý učitel a Pamětních medailí VŠZ v Praze a VŠZ v Brně.

V dosavadní celoživotní pedagogické, vědeckovýzkumné i společenské činnosti předával prof. Neubauer vědomosti, poznatky i zkušenosti vysokoškolským studentům, aspirantům a spolupracovníkům. Ve své činnosti se vyznačuje důsledností, pečlivostí, přesností, obětavostí, náročností a nezištností.

Je jistě vhodné si přát, aby prof. Neubauer pokračoval v této činnosti v budoucích letech ve prospěch přípravy dalších dobrých inženýrů a vědeckých pracovníků pro studijní a vědní obory zemědělské techniky.

*Prof. ing. Vladimír Suchý, CSc.
Vysoká škola zemědělská, Praha*

SAMOJÍZDNÉ STROJE S VÍCEÚČELOVÝM POUŽITÍM

Analýzou vystavovaných exponátů na světových výstavách, prospektů zahraničních firem a dalších informačních pramenů bylo zjištěno, že se stále zřetelněji prosazuje tendence zvyšovat efektivnost samojízdných strojů cestou uvolňování jejich energetických prostředků pro různé zemědělské práce. V posledních letech se vytvářením širokozáběrových strojů rozšiřuje oblast používání samojízdných strojů s pohonem všech kol, zajišťujícím velmi příznivé tahové charakteristiky.

Samojízdný podvozek o vysoké světlé výšce Porter (Švédsko) má pohon všech kol s rozchodem 2,5 m. Nářadí se zavěšuje dopředu, mezi nápravu a dozadu. Tento podvozek může nést téměř všechno nářadí na přípravu půdy, na aplikaci hnojiv, na meziřádkové ošetrování a orbu. Na bázi podvozku Porter lze sestavit samojízdné stroje na sklizeň plodin jako je zelenina, cukrovka, brambory atd. Šestnáctistupňová převodovka umožňuje změnu pracovní rychlosti v rozmezí od 0,6 do 25 km.h⁻¹.

Uspořádání samojízdného podvozku o vysoké světlé výšce podle francouzského patentu č. 2284506 je podobné jako u systému Porter. Tato souprava vykonává různé zemědělské práce. Motor je před přední říditelnou nápravou. Sedačka řidiče se v případě potřeby posouvá až nad zadní nápravu. Při práci se sklízěčem okopanin se dopravníky sklízěče umísťují mezi nápravu podvozku pod podélný nosník. Na plošině podvozku lze rozmístit různé technologické zásobníky. Předpokládá se, že tento stroj bude využit ve variantě ke zpracování půdy a setí v jedné pracovní operaci se sklizní.

Přes všechny výhody samojízdných podvozků s pohonem všech kol a mechanickou převodovkou existuje jeden vážný nedostatek, a to, že v prostoru mezi nápravami je umístěn kloubový řídídel. To komplikuje nebo v mnoha případech zcela vylučuje možnost zavěsit stroje do těchto míst a dále to znamená, že samojízdný podvozek ztrácí svou univerzálnost.

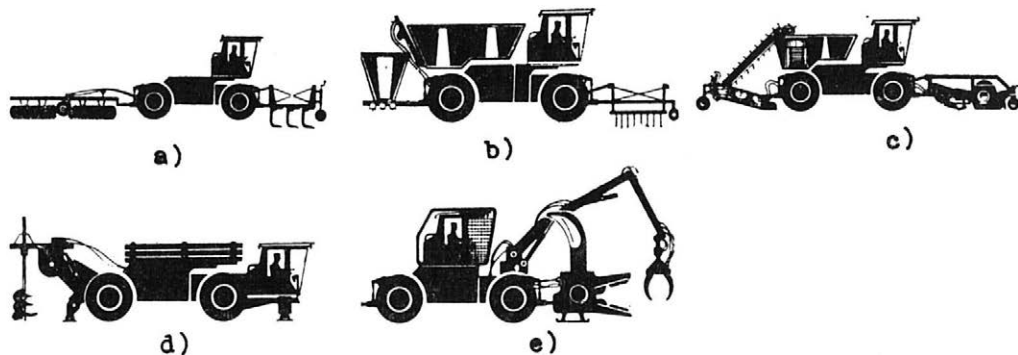
Zájem o samojízdné podvozky se tím však nesnižuje. Hledají se originální konstrukční řešení a vedou se bádání v oblasti používání stále výkonnějších samojízdných podvozků. Z mechanických převodovek se přechází na převodovky hydrostatické, které lépe vyhovují sklizňovým strojům sestaveným na bázi samojízdných podvozků. Přitom se eliminují nedostatky podvozků s pohonem všech kol a s mechanickou převodovkou.

Konstrukce sklízěčů cukrovky firem Herriau a Moreau umožňují uvolnit samojízdný podvozek pro různé další práce související s pěstováním a sklizní zemědělských plodin. Podvozek firmy Moreau je vybaven hydrostatickým pohonem všech čtyř jezdových kol, což usnadňuje uspořádání pracovních orgánů v prostoru mezi koly. Podvozek firmy Herriau má mechanický pohon kol.

Zvláštností podvozku firmy Herriau je umístění motoru za zadní nápravou, takže nad motorem za kabinou vznikne volná plošina, na kterou se umísťují nádrže na hnojivo a chemické přípravky a další zařízení. U podvozku Moreau je motor umístěn vedle kabiny nad zadní nápravou stroje a prostor za kabinou se využívá pro umístění zásobníku nebo vykládacího dopravníku sklízěče cukrovky i brambor. Vzhledem k tomu, že se u systému používá k pohonu jezdových kol hydromotor Poclair, je mezi koly dost prostoru pro technologický proces.

Univerzální portálový samojízdný podvozek modelu T-232 firmy Bi-Tractor (Itálie) je určen k ošetrování sadů, k dopravě, sázení, sklizni atd. Je konstruován v podobě dvou vozíků spojených k sobě portálovým rámem. Změnou polohy portálu pootočením dvou podpěr na pravé a levé části traktoru se mění světlá výška pracovního prostoru pro montáž pracovních orgánů: 1000, 2000 a 2350 mm. Zvláštností tohoto podvozku je možnost dálkově ovládat motor a pracovní orgány z ovládacího panelu umísťovatelného na třech různých místech stroje. Pohon kol je hydrostatický na všechna kola (s motorem o výkonu 80 kW), nebo na dvě kola (motor o výkonu 45 kW).

Oddělení Knudson americké firmy Allmand Bros začalo vyrábět univerzální podvozek určený pro různé zemědělské práce. Na plošině za kabinou se mohou připevňovat cisterny pro dopravu a aplikaci kapalných a suchých průmyslových hnojiv, tekutého hnoje, pesticidů, křída na přepravu zrna a krmiv. Na zadní závěs lze



1. Uspořádání stroje na podvozku BIMA-300

a — souprava na zpracování půdy, b — souprava na aplikaci průmyslových hnojiv a pesticidů, c — souprava na sklizeň řepy, d, e — souprava na meliorační práce

připojovat soupravy na zpracování půdy a setí a další zemědělské stroje. Řízení všemi koly umožňuje natáčet kola stejným směrem (krabový způsob pohybu), což je vhodné zvláště při objíždění překážek. Podvozek má mohutný prodloužený samovyvážovací rám. Kabina i motor jsou v přední části částečně před přední nápravou. Motor se vzduchovým chlazením má výkon 252,5 kW. Všechna kola jsou poháněna a řiditelná. Aby se usnadnil přístup k základním uzlům a agregátům stroje, je kabina odklopná.

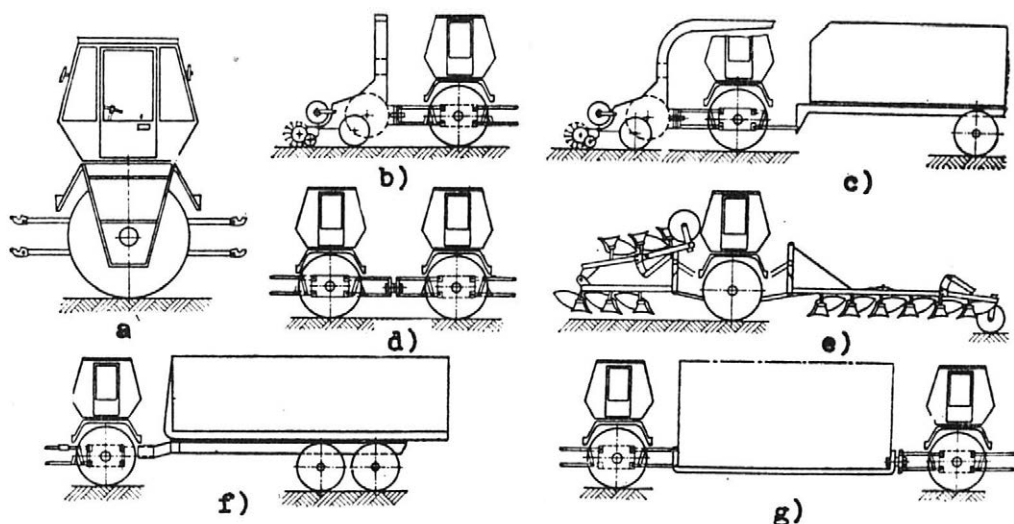
Základním nedostatkem samojízdných podvozků je vysoká pracnost při sestavování soupravy, což vyvolává hledání nových, méně pracných způsobů. Rakouské firmy Steyr a Pöttinger vyrobily univerzální energetický prostředek Mex-Mobil víceúčelového určení, agregovatelný se širokým výběrem zemědělských strojů se standardními závěsy. Výkon motoru je 140,5 kW, pohon je hydrostatický.

Z konstrukčního hlediska jsou si velmi podobné samojízdné podvozky Hesston-6650 (USA), ŽS-80 (BLR) a BIMA (Francie). První dva se odlišují nápravou se samostavitelnými koly, třetí má podvozek typu 4 X 4 a posuvnou kabinu. Zvláštností energetického prostředku BIMA-300 firmy Groupe Albarét je kloubově spojený rám s mechanismy pro připojování technologických modulů vpředu i vzadu. Na různých modifikacích modelů BIMA-300 se umísťují motory Cat-3406 o výkonu 176,6 kW nebo Fiat-82801 s výkonem 162 kW. Podvozek je v provedení 4 X 4, pneumatiky mají rozměr 20,8 X 38 a brzdy jsou bubnové. BIMA-300 má čtyři rozsahy rychlostí, a to od 0 do 7,5, od 0 do 10, od 0 do 15 a od 0 do 30 km . h⁻¹. Poloměr otáčení je 5 m, hmotnost stroje 12 tun a tahová síla 130 kN. Stroj se využívá pro zemědělské i meliorační práce. Kabinu lze posouvat do míst, odkud je nejlépe vidět na pracovní orgány stroje, a to nad přední nápravu i mezi nápravy (obr. 1).

Nedostatek prostředků Mex-Mobil, BIMA-300 a dalších spočívá v tom, že na jejich bázi nemohou být smontovány sklizňové stroje se složitým technologickým procesem (sklizeň brambor, zeleniny atd.). Zvláštnímu zájmu se těší energetický modul PU západoněmecké firmy ACG. Je to jednonápravový energetický modul (obr. 2), vybavený kabinou a dvěma nosnými systémy (vpředu i vzadu) s rychloupínacím zařízením. Jako doplňková opěra při přemísťování se používají pojezdová kola technologického modulu nebo dalšího spřaženého energetického modulu.

Samojízdný sklizeň na bázi modulu PU se skládá z kloubově spojených modulů, a to technologického a energetického. K zadnímu závěsu stroje se může připojit přívěs. Při tandemovém spojení dvou modulů lze soupravy používat jako výkonného traktoru. Na bázi modulu je rovněž možné uspořádat reverzní soupravu na orbu. Souprava se postupně opírá o jedno nebo druhé kolo pluhu, zatímco druhý pluh je v dopravní poloze. Modul (tandem) se používá i jako velkokapacitní přepravní prostředek. Technická charakteristika modulu:

výkon motoru, kW	115
rozměry, mm	1850 X 2500 X 3250
převodovka	hydrostatická plynulá
pracovní rychlost, km . h ⁻¹	0 až 25
rozměr pneumatik	14,9-38; 18,4-38



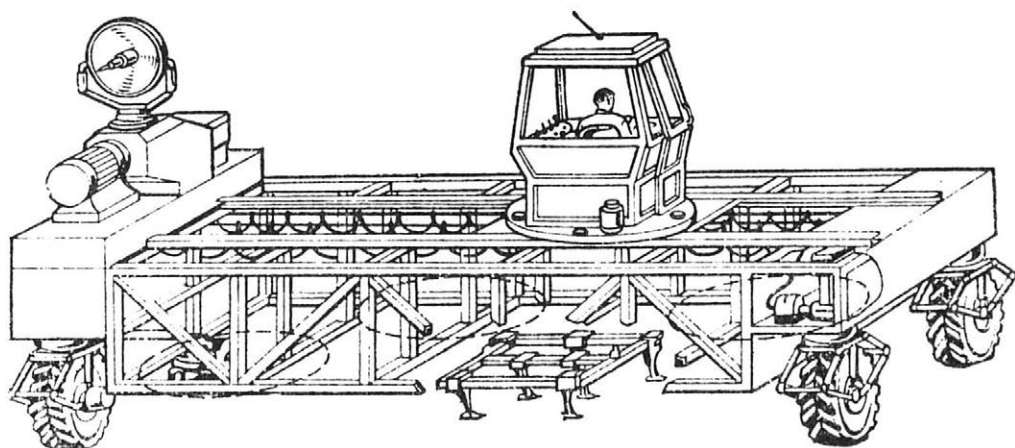
2. Soustava strojů na bázi energetického modulu PU

a — jednonápravový energetický prostředek, b — samojízdný sklizeč, c — samojízdný sklizeč s návěsem, d — kloubové spojení dvou modulů, e — orebná souprava, f, g — příklady pro dopravu

Ve srovnání se samojízdňým podvozkem má daný energetický prostředek mnoho předností: nízké nároky na pracnost při vytváření technologických souprav, možnost využít sériově vyráběné stroje, volné uspořádání stroje bez potřeby technologického rámu atd.

Práce na vytvoření volného energetického prostředku byly zahájeny i v Sovětském svazu. Na rozdíl od typu PU má sovětský typ dvě nápravy, což zaručuje autonomnost poježdění a snižuje měrný tlak na půdu.

Další skupinu tvoří systémové traktory, u kterých je vidět snahu konstruktérů o jejich lepší využití. Jsou opatřeny tříbodovým závěsem vzadu i vpředu a mají všechna kola poháněná. Na přední závěs se navěšuje různé nářadí, v poslední době i pluh. Vedle různých francouzských firem nabízejí také některé západoněmecké firmy (i italská firma Fiat) čelně nesené pluh, třebaže na výstavách toto uspořádání působí dosud jako atrakce. Výhodou tohoto uspořádání je lepší rozložení hmotnosti, lepší využití výkonu motoru, zvýšení výkonnosti soupravy, lepší rozložení pů-



3. Schéma perspektivního samojízdňého mostového podvozku

sobících sil atd. Systém je vhodný zvláště pro traktory se čtyřkolovým pohonem. Firmy Rabewerk, Lemken, Huard a další vyrábějí dvouradličné a tříradličné modely pluhů pro navěšení vpředu, doplněné vzadu navěšenými tří-, čtyř- a pětiradličnými typy. Tohoto systému využívá i firma Mercedes Benz u modelu MB Trac.

Převedení výroby zeleniny na průmyslovou základnu a snižování měrného tlaku na půdu od pojezdových kol mobilních prostředků se dosahuje podle mínění zahraničních odborníků používáním mostových konstrukcí s mostovými samojízdnými podvozky. Firma B. and W. Mechanical Handling vyrábí mostový podvozek o délce 12 m a hmotnosti 3 tuny, podepřený na každém konci dvěma koly. Motor o výkonu 53 kW pohání dvě hydraulická čerpadla pro pohon hydromotorů v hnacích kolech. Stanoviště řidiče je 2,4 m nad zemí, pojezdová kola se natáčí až o 90°. Stroj se efektivně používá při chemické ochraně rostlin, aplikaci průmyslových hnojiv atd. Pracovní rychlost stroje je $9,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

V blízké budoucnosti se mají v zemědělství používat výškově stavitelné mostové podvozky, které podle amerických odborníků mají být 12 m dlouhé, budou se pohybovat na kolech střední velikosti a motor bude mít výkon 100 až 150 kW. Stroj bude dále vybaven elektricko-hydraulickým zařízením, umožňujícím vykonávat veškeré polní práce. Pracovní orgány se budou zespodu připevňovat na moduly rychlospojkami otočnými o 360°, takže odpadne otáčení soupravy na souvratích. Hloubka orby se bude regulovat automaticky (obr. 3).

(Zpracováno podle zahraničních materiálů.)

Ing. Milan Š t a s t n ý
ÚVTIZ Praha

OBSAH

Haš S., Bouček J.: Energetický zisk systémů pro ohřev vody slunečními kolektory	513
Maleř J.: Rozebírání velkoobjemových balíků slámy	527
Blahovec J.: Fenomenologický model průběhu stlačování stébelnatých materiálů	545
Mašek V., Prošek V.: Úprava registračního zařízení a upevnění čidla na rýhovači ETC-202	557
Citterbergová A., Hojovec J.: Hodnocení nového dojícího zařízení DZ 101, typ ZD 3-010, z hlediska hygieny prvovýroby mléka	567
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Suchý V.: Profesor Karel Neubauer — 60 let	572
ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V ZAHRANIČÍ	
Šťastný M.: Samojízdné stroje s víceúčelovým použitím	573

СОДЕРЖАНИЕ

Гаш С., Боучек Я.: Энергетическая прибыль систем для обогрева воды солнечными коллекторами	525
Малерж Й.: Разделка крупногабаритных тюков соломы	543
Благовец И.: Феноменологическая модель процесса сдвливания стебельчатого материала	554
Машек В., Прошек В.: Модификация регистрирующего устройства и укрепление датчика на траншекопатели ЕТЦ-202	565
Циттербергова А., Гойовец И.: Оценка нового устройства ДЗ 101, тип ЗД 3-010 с точки зрения гигиены производства молока	571

CONTENTS

Haš S., Bouček J.: Energy Output of the Systems for Water Heating by Solar Collectors	525
Maleř J.: Handling and Unrolling of Big Straw Bales	543
Blahovec J.: Phenomenological Model of the Compression of Stalky Materials	554
Mašek V., Prošek V.: Adaptation of a Recorder and Attachment of a Sensor on the ETC-202 Trench Digger	565
Citterbergová A., Hojovec J.: Evaluation of New Milking Machine DZ 101, Type ZD 3-010, with respect to the Hygiene of Milk Primary Production	571



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.