

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

9

ROČNÍK 35 (LXII)
PRAHA
ZÁŘÍ 1989
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

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

Redaktorka ing. Jovanka Václavičková

OBSAH

Čierny J.: Tridsať rokov výskumu a vývoja mechanizačných prostriedkov pre špeciálne odvetvia poľnohospodárstva	513
Studeník B., Hrajnoha M.: Stanovenie cyklu kontrol technického stavu pri chladiacich zariadeniach na mlieko	515
Tomlein P.: Postupy sanitácie hadíc dojacích súprav	525
Kuča J.: Zhodnotenie systému ohrevu úžitkovej vody tepelným čerpadlom	535
Koštan M., Macháčková M., Cagán Š.: Zmeny medzerovitosti vrstvy kukuričných šúlkov počas atmosferického sušenia	545
Grohmann L.: Ťahový a pracovný odpor podrezávačov fazule pri rôznych pracovných rýchlostiach	555
Heriban P., Tóth R.: Výpočet vlastných frekvencií torzne kmitajúcej sústavy	563
Richter R., Šabík D., Havel J.: Zber kukuričného kôrovia zberacím návěsom MV 3-030	571

СОДЕРЖАНИЕ

Студеник Б., Грайнога М.: Определение цикла контроля технического состояния холодильных оборудований для молока	524
Томлейн П.: Методы санитарной гигиены при обработке шлангов доильных машин	533
Куча Я.: Оценка системы подогревания хозяйственной воды тепловым насосом	544
Коштян М., Махачкова М., Цагань Ш.: Изменение пустотности слоя кукурузных початков в период атмосферной сушки	553
Грогманн Л.: Тяговое и рабочее сопротивление режущего устройства для фасоли при разных рабочих скоростях	562
Герибан П., Тотт Р.: Вычисление собственных частот торсионных колебаний системы	569
Рихтер Р., Шабик Д., Гавел Ю.: Уборка кукурузных стеблей убирающим привесом MI-3-030	576

CONTENTS

Studeník B., Hrajnoha M.: Determination of the Technical Inspection Cycle in Milk Cooling Plants	524
Tomlein P.: The Decontamination of Hoses of Milking Units	533
Kuča J.: Evaluation of a Heat Pump System for Service Water Heating	544
Koštan M., Macháčková M., Cagán Š.: Changes in the Gap Rate of a Maize Spadix Layer during Atmospheric Drying	554

Tridsať rokov výskumu a vývoja mechanizačných prostriedkov pre špeciálne odvetvia poľnohospodárstva

Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky v Rovinke bol zriadený v roku 1959 ako pobočka Československej akadémie poľnohospodárskych vied. Po niekoľkých organizačných zmenách sa stal samostatnou hospodárskou organizáciou. V súčasnosti je kombinátnym podnikom Výskumno-výrobného podniku poľnohospodárskej techniky, štátny podnik, Rovinka.

Predmetom činnosti ústavu je výskum a vývoj nových technológií, strojov a zariadení pre poľnohospodárske práce, opravárstvo a renováciu súčiastok. Má stanovenú delbu práce medzi ústavami v ČSSR, z čoho vyplýva jeho špecializácia. Zameriava sa najmä na výskum a vývoj nových technológií mechanizovaných prác a vývoj strojov pre horské oblasti, sady, vinohrady, strukoviny, starostlivosť o techniku a využitie netradičných zdrojov energie s využitím elektroniky, výpočtovej techniky a robotizácie. Poskytuje služby v metrologickej, normalizačnej, skúšobníckej a informačnej oblasti. Má oprávnenie vychovávať vedeckých pracovníkov v odbore mechanizácia poľnohospodárskej výroby.

Ústav má vybudované komplexné výskumné a vývojové kapacity, ktoré umožňujú odovzdávať výsledky realizátorom vo forme projektov, konštrukčnej dokumentácie a metodík. Zabezpečuje sa tým možnosť bezprostredného zavedenia technológie alebo stroja do výroby. Túto činnosť zabezpečujú inžinierske kádre, 14 vedeckých pracovníkov a ďalších 18 pracovníkov zaradených do vedeckej výchovy. Výskumná zložka je zameraná na technickú prípravu riešených problémov. Vypracováva koncepcie nových technológií, strojov, prístrojov a zariadení, nových metód výpočtov a merania. Výsledky sa využívajú vo vývoji, ktorý má k dispozícii konštrukčné kancelárie a prototypové dielne. Žiadanou zvláštnosťou je, že ústav vypracováva pre výrobcu aj technickú dokumentáciu pre zavedenie sériovej výroby vyvinutého výrobku, vrátane technologických projektov výrobných liniek, technologických postupov a prípravkov.

Pre oblasť rozvoja vedného odboru mechanizácie poľnohospodárskej výroby majú význam najmä metódy stanovenia statickej aj dynamickej stability a výpočet rámových konštrukcií samohybných strojov, metódy a prístroje na diagnostiku technického stavu zariadení.

Už v počiatkoch svojej činnosti sa pracovníci ústavu zamerali na riešenie využitia plôch trvalých trávnych porastov v horských oblastiach. Výsledkom je komplexne mechanizovaná linka na zber a pozberové spracovanie sena z plôch na svahoch neprístupných bežnými mechanizačnými prostriedkami. Linka pozostáva z horskej kosačky, obracača, zhrňovača, samohybného zberacieho voza a mechanizovaného senníka, ktorý na dosušovanie sena využíva solárnu energiu.

Špeciálne plodiny sa u nás pestujú na menších plochách ako obilniny a krmoviny. Z toho vyplývajú aj menšie požiadavky na počty mechanizačných prostriedkov. V ústave vyvíjané stroje sú určené na výrobu v menších sériách, ktoré nezabezpečuje strojársky priemysel. Pre sady a vinohrady vyvinul ústav 16 a pre strukoviny 6 rôznych typov strojov. Jedným z najdôležitejších zariadení je kombajn na zber hrozna,

najúspešnejší v odbyte sú drtič konárov, orezávač letorastov viniča a adaptéry na zber hrachu. Sériovo sa vyrábajú aj diagnostické prístroje a servisné mobilné vozidlá určené pre starostlivosť o zariadenia v živočíšnej výrobe. V prevádzke je aj niekoľko robotizovaných pracovísk uľahčujúcich prácu pri výrobe strojov a v opravárstve.

Rozsiahla je aj spolupráca ústavu s vysokými školami, priemyselnými a poľnohospodárskymi podnikmi. V spolupráci s JRD boli vyvinuté a zavedené do výroby sejačky s vysokými technickými parametrami. V niekoľkých JRD boli vyprojektované a uvedené do činnosti pracoviská pre riadenie mechanizácie v reálnom čase, vrátane súboru programov pre sledovanie nasadenia, starostlivosti o stroje a ich prevádzku.

Ústav rozvíja aj vedeckotechnickú spoluprácu s ústavmi v krajinách RVHP. Najlepšie sa osvedčili dvojstranné dohody. Prikladom je spoločný vývoj drtiča konárov ovocných stromov s MLR, pričom každá krajina zabezpečuje vývoj určitých uzlov stroja. Šetria sa vývojové kapacity a doba riešenia.

Mladý kolektív výskumníkov a vývojových pracovníkov ústavu dosiahol niekoľko vynikajúcich úspechov, ktoré možno dokumentovať oceneniami strojov, zariadení a prístrojov na výstavách a veľtrhoch u nás aj v zahraničí. Za posledných desať rokov tento kolektív odovzdal poľnohospodárskej praxi 66 rôznych druhov zariadení a mnoho technologických projektov, postupov a metodík. Ročne sa vyrába za viac ako sto miliónov korún výrobkov vyvinutých a vyprojektovaných v ústave.

Výsledky dosiahnuté k 30-ročnému jubileu nás oprávňujú veriť vo vedeckú, praktickú a ekonomickú prosperitu ústavu aj v budúcich rokoch, náročnejších na požiadavky vedy a praxe.

Ing. Ján Čierny, CSc.,
poverený riaditeľ VÚPT v Rovinke

STANOVENIE CYKLU KONTROL TECHNICKÉHO STAVU PRI CHLADIACICH ZARIADENIACH NA MLIEKO

B. Studeník, M. Hrajnoha

STUDENÍK, B. — HRAJNOHA, M. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Stanovenie cyklu kontrol technického stavu pri chladiacich zariadeniach na mlieko*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 515-524.

Komplexnú starostlivosť o chladiace zariadenia na mlieko zabezpečujú pre poľnohospodárske podniky strojové a traktorové stanice. Starostlivosť je založená na vykonávaní kontrol technického stavu po šiestich mesiacoch a na odstraňovaní prevádzkových porúch medzi kontrolami. Pre tento účel sú pracovníci strojových a traktorových staníc vybavení špeciálnymi pojazdnými dielňami na báze vozidiel Avia. V dvoch okresoch SSR sa vyhodnotili náklady na komplexnú starostlivosť o chladiace zariadenia, ich prevádzková spoľahlivosť pri šesťmesačnom cykle vykonávania kontrol technického stavu a pri skrátenom štvormesačnom cykle. Sledovaný súbor obsahoval 150 chladiacich zariadení CM-500 a 158 chladiacich zariadení CM-1000. Skrátením cyklu vykonávania kontrol technického stavu na štyri mesiace sa znížili ročné náklady na opravy pri CM-500 o 47 Kčs a pri CM-1000 o 225 Kčs na jedno zariadenie. Počet prevádzkových porúch na jedno zariadenie poklesol do piatich mesiacov po kontrole technického stavu z 1,662 na 0,673 (pri CM-500), resp. z 2,917 na 1,400 (pri CM-1000). Skrátený cyklus vykonávania kontrol technického stavu priaznivo ovplyvnil prevádzkovú spoľahlivosť chladiacich zariadení ako aj náklady na ich opravy.

prevádzková spoľahlivosť; náklady na opravy; technika v živočíšnej výrobe

Od roku 1988 je v platnosti nová norma ČSN 57 0529 Surové mlieko, podľa ktorej sa hodnotí kvalita mlieka pri jeho nákupe. V súvislosti s touto normou sa okrem iného zvyšujú aj nároky na zabezpečenie prevádzkovej pohotovosti dojacej a chladiacej strojovej techniky. To vyžaduje zabezpečiť kvalitné vykonávanie kontrol technického stavu dojacej a chladiacej techniky a rýchle odstraňovanie prevádzkových porúch.

Starostlivosť o strojovú techniku v živočíšnej výrobe nebola v poľnohospodárskych podnikoch v minulosti na požadovanej úrovni. S cieľom zlepšiť starostlivosť o tieto zariadenia poverili národné ministerstvá poľnohospodárstva a výživy strojové a traktorové stanice gesciou za uvedenej oblasti. Od roku 1983 sa budujú v strojových a traktorových staniciach strediská mechanizácie živočíšnej výroby. V náplni práce týchto stredísk je aj starostlivosť o dojacie a chladiace zariadenia v poľnohospodárskych podnikoch.

Podľa platných smerníc vykonávajú strediská mechanizácie živočíšnej výroby pri STS raz za šesť mesiacov kontrolu technického stavu

chladiacích zariadení. Medzi kontrolami technického stavu (ďalej KTS) sa operatívne odstraňujú prevádzkové poruchy. Návrh cyklu vykonávania KTS vychádzal z údajov výrobcov chladiacej strojovej techniky. Doteraz u nás chýbalo vyhodnotenie nákladov na zabezpečenie prevádzkovej pohotovosti chladiacích zariadení, resp. overenie vhodnosti šesťmesačného cyklu vykonávania KTS pri chladiacích zariadeniach. V roku 1987 sme sledovali náklady na zabezpečenie prevádzkovej pohotovosti týchto zariadení pri šesťmesačnom cykle KTS a na základe výsledkov sme odporučili skrátiť cyklus vykonávania KTS na tri až štyri mesiace a vyhodnotiť vplyv skráteného cyklu na nákladovosť, resp. prevádzkovú spoľahlivosť chladiacích zariadení v roku 1988. Náklady na opravy, resp. prevádzkovú spoľahlivosť chladiacích zariadení sme sledovali v STS Žilina, ktorá zabezpečuje starostlivosť o mechanizáciu živočíšnej výroby v okresoch Žilina a Čadca, a v STS Liptovský Mikuláš.

MATERIÁL A METÓDA

Na strediskách mechanizácie živočíšnej výroby v podnikoch STS sa vedie špeciálna evidencia súvisiaca s plánovaním KTS a sledovaním nákladov na jednotlivé opravárske zásahy. Z prvej evidencie sme vyhodnotili tieto údaje:

- číslo chladiaceho zariadenia (druh zariadenia, podnik, farma),
- dátum opravárskeho zásahu,
- druh opravárskeho zásahu — kontrola technického stavu,
— prevádzková oprava,
— generálna oprava,
- prácnosť opravárskeho zásahu,
- náklady na opravársky zásah — spolu,
— materiálové.

Z podkladových údajov sme základnou štatistikou vyhodnotili náklady na vykonanie opravárskych zásahov, prácnosť opráv a čas bezporuchovej prevádzky. Pri vyhodnotení nákladov na prevádzkové opravy sme brali do úvahy iba opravy vykonávané medzi dvomi po sebe nasledujúcimi KTS. Prácnosť v hodinách a čas bezporuchovej prevádzky v dňoch sme vyhodnotili s využitím distribučných funkcií vybraných na základe hodnoty hladiny významnosti. Použili sme tieto distribučné funkcie:

- normálne rozdelenie.
- exponenciálne rozdelenie 1 a 2,
- rozdelenie gama,
- logaritmicko-normálne rozdelenie,
- Bruns-Charlierovo rozdelenie.

Vyhodnotené výsledky sme spracovali tabuľkovo aj graficky.

VÝSLEDKY

Pri chladení mlieka sa nasadzujú chladiace zariadenia rôznych typov. Použitý typ zariadenia závisí od koncentrácie kráv na farme a ich úžitkovosti a od spôsobu dojenia. Dnes prevláda dojenie na stojisku kanvovým dojacím zariadením alebo dojacím zariadením s dojením do potrubia. V nadväznosti na tieto dojacie zariadenia sa nasadzujú chladiace zariadenia CM-500 alebo CM-1000. Vyhodnocované súbory obsahovali 150 kusov (CM-500), resp. 156 a 160 kusov (CM-1000). Ostatné typy chladiacích zariadení nepredstavovali reprezentatívny súbor.

I. Priemerné náklady na jednu opravu pri chladiacich zariadeniach — Average costs of a repair of the cooling systems

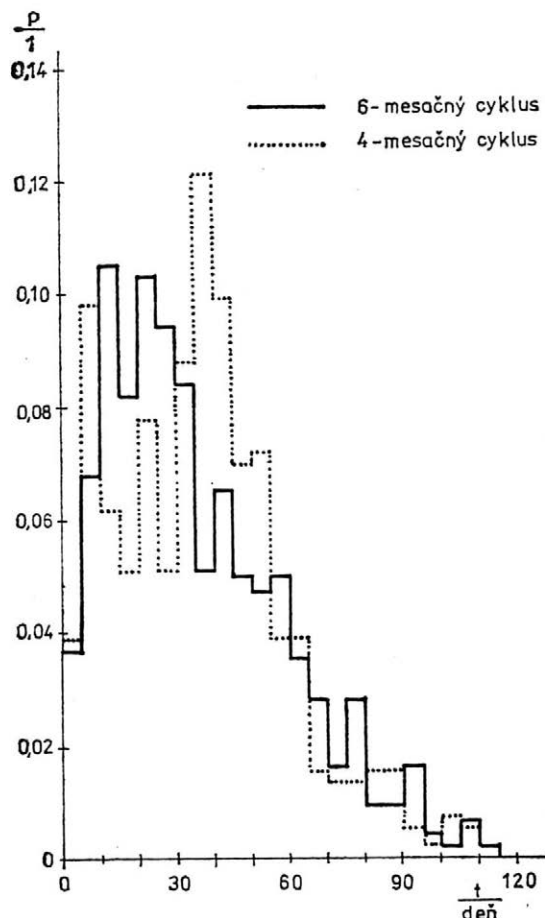
Ukazovateľ	Merná jednotka	CM-500		CM-1000	
		cyklus			
		šesť-mesačný	štvor-mesačný	šesť-mesačný	štvor-mesačný
Náklady spolu	Kčs	1183	773	2499	1591
z toho: KTS	Kčs	462	435	998	714
prevádzkové opravy	Kčs	820	769	942	824
Materiálové náklady spolu	Kčs	436	238	1230	608
z toho: KTS	Kčs	73	58	465	205
prevádzkové opravy	Kčs	413	413	456	380
Podiel materiálových nákladov na: nákladov spolu	%	36,8	30,8	49,2	38,2
KTS	%	15,8	13,3	46,6	28,7
prevádzkových opravách	%	50,4	53,7	48,4	46,1

NÁKLADY NA OPRAVY

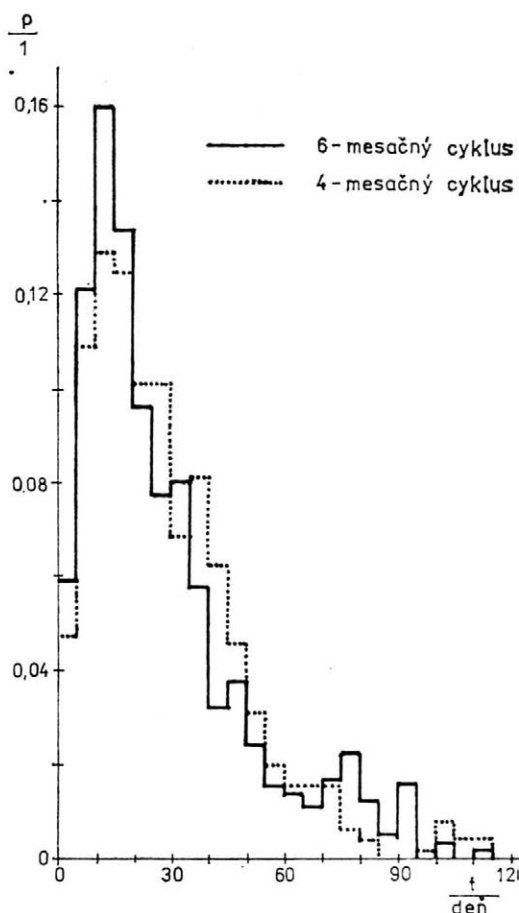
Priemerné náklady na opravy spolu boli pri CM-500 pri šesťmesačnom cykle vykonávania KTS 1183 Kčs. Pri skrátenom cykle poklesli na 773 Kčs, čo predstavuje zníženie o 34,7 % [tab. I]. Na znížení sa podieľala aj úspora materiálových nákladov [zníženie o 6 %]. Priemerné náklady na KTS sa od seba výrazne nelíšili. Ukazuje to na skutočnosť, že rozsah práce pri vykonávaní KTS sa taktiež výrazne nezmenil. Na znížení nákladov pri štvormesačnom cykle sa podieľala rovnakým dielom úspora času a úspora materiálových nákladov. Materiálové náklady predstavovali pri skrátenom cykle KTS 13,3 % celkových nákladov. Náklady na prevádzkové opravy zariadení CM-500 poklesli pri skrátenom cykle v priemere o 51 Kčs, na čom sa podieľalo zníženie prácnosti. Náklady na materiál zostali na rovnakej úrovni ako pri šesťmesačnom cykle vykonávania KTS. V oboch prípadoch prevyšovali priemerné náklady na prevádzkové poruchy cca o 77 % náklady na KTS.

Pri chladiacich zariadeniach CM-1000 boli priemerné náklady na opravy spolu viac ako dvojnásobné ako pri CM-500 [tab. I]. V dôsledku skrátenia cyklu vykonávania KTS poklesli priemerné náklady na opravu spolu v priemere o 908 Kčs. Na tomto výraznom znížení sa podieľala úspora materiálových nákladov, ktorá prevyšovala 600 Kčs. Materiálové náklady poklesli zo 49,2 % na 38,2 %.

V porovnaní s CM-500 sa pri CM-1000 znížili náklady na KTS, čo bolo spôsobené výhradne úsporou materiálu (260 Kčs). Ostatné náklady sa v porovnaní so šesťmesačným cyklom temer nezmenili. Pokles materiálových nákladov predstavoval 18 %. Rozdiel medzi priemernými nákladmi na KTS a na prevádzkové opravy pri chladiacich zariadeniach CM-1000 nebol taký výrazný ako pri chladiacich zariadeniach CM-500. Priemerné náklady na prevádzkové opravy poklesli pri štvormesačnom cykle o 118 Kčs hlavne v dôsledku úspory materiálových nákladov.



1. Rozdelenie početnosti času bezporuchovej prevádzky chladiacich zariadení CM-500 — Frequency distribution of the time of failure-free operation of the CM-500 cooling system



2. Rozdelenie početnosti času bezporuchovej prevádzky chladiacich zariadení CM-1000 — Frequency distribution of the time of failure-free operation of the CM-1000 cooling system

Priemerné náklady na opravu spolu (tab. I) nie sú súčtom nákladov na KTS a nákladov na prevádzkové opravy, nakoľko na jednu KTS neprípada jedna prevádzková oprava.

DOBA BEZPORUCHOVEJ PREVÁDZKY, ČAS NA ODSTRÁNENIE PORUCHY

Prevádzková spoľahlivosť stroja sa definuje ako pravdepodobnosť, že za čas t nepríde k poruche zariadenia. Doba bezporuchovej prevádzky je náhodná veličina, ktorú charakterizuje určitá spojité distribučná funkcia. Rovnako náhodnou veličinou je aj čas na odstránenie poruchy. Nakoľko cyklus vykonávania KTS je stanovený v dňoch, vyhodnotili sme aj čas bezporuchovej prevádzky v dňoch. Čas na odstránenie poruchy sa potom sledoval v hodinách.

Pri vyhodnotení doby bezporuchovej prevádzky sme volili päťdňový časový interval. Histogram rozdelenia početnosti doby bezporuchovej prevádzky pri šesťmesačnom a štvormesačnom cykle vykonávania KTS chladiacich zariadení CM-500 je na obr. 1. Charakter rozdelenia sa pri skrátení cyklu KTS čiastočne zmenil. Ak pri šesťmesačnom cykle cha-

II. Základné štatistické parametre prácnosti opráv a časov bezporuchevej prevádzky — The basic statistical parameters of the repair labouriousness and failure-free operations times

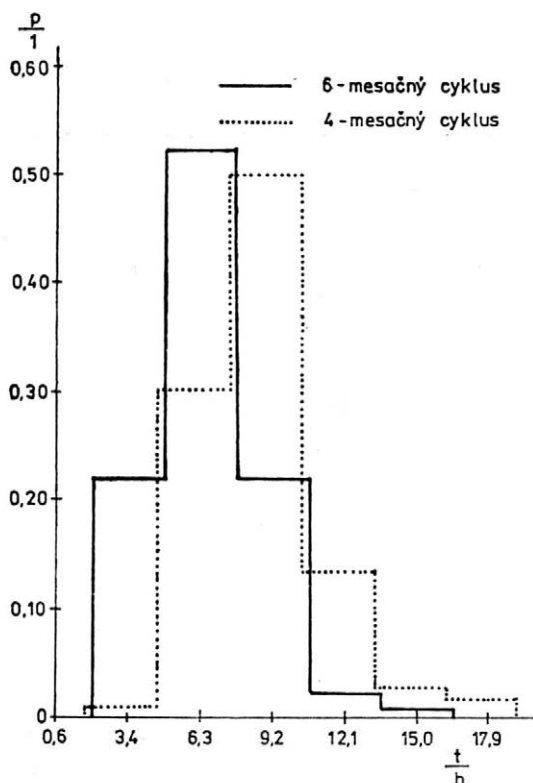
Ukazovateľ	Merná jed- notka	CM-500				CM-1000			
		cyklus							
		šesťmesačný		štvormesačný		šesťmesačný		štvormesačný	
		KTS	PO	KTS	PO	KTS	PO	KTS	PO
Prácnosť opráv									
— aritmetický priemer	h	6,32	7,45	6,11	6,55	8,35	8,10	7,86	7,78
— smerodajná odchýlka	h	2,90	3,72	1,83	3,23	4,78	5,51	2,96	3,50
— modus	h	6,35	7,24	6,42	6,11	7,29	8,24	7,54	7,28
— šikmosť	l	5,83	2,40	2,38	1,85	4,66	6,99	2,36	2,88
— exces	l	59,5	8,68	10,9	5,05	34,1	66,7	7,58	16,0
Bezporuchová prevádzka									
— aritmetický priemer	deň	72		73		56		57	
— smerodajná odchýlka	deň	50		45		45		40	
— šikmosť	l	1,107		0,681		1,451		1,378	
— exces	l	1,480		0,429		2,011		2,512	

Charakterizovalo bezporuchovú prevádzku na hladine významnosti $P > 5,471 \cdot 10^{-35}$ Bruns-Charlierove rozdelenie, potom pri skrátenom cykle poklesla hladina významnosti pri rovnakom rozdelení na $P > 6,158 \cdot 10^{-23}$. Pri šesťmesačnom intervale KTS mal modus hodnotu 26 dní. Skrátením intervalu KTS sa modus posunul na 37 dní. Charakter rozdelenia vo vzťahu k normálnemu rozdeleniu bol nadnormálny a bol posunutý vľavo.

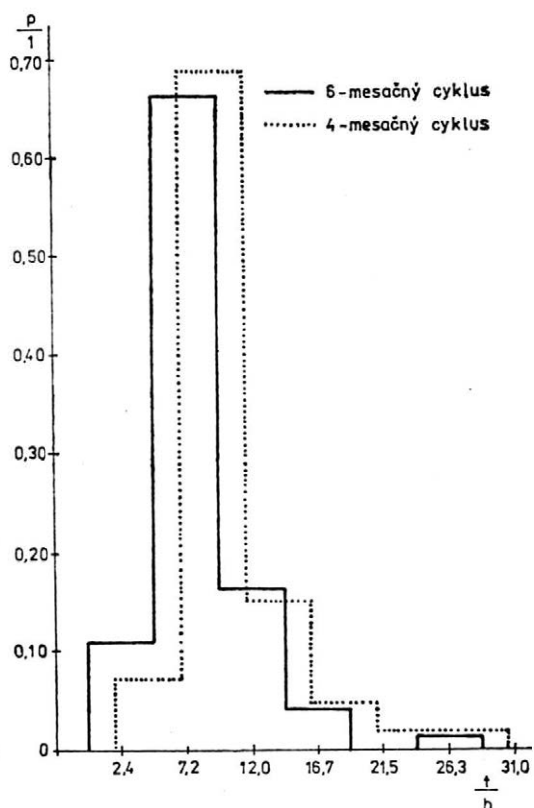
Histogram rozdelenia početnosti bezporuchovej prevádzky chladiacich zariadení CM-1000 pri šesťmesačnom a štvormesačnom cykle vyko-

III. Priemerný počet prevádzkových porúch na zariadenie medzi kontrolami technického stavu — The average number of operation failures per unit between the technical inspections

Typ zariadenia	Cyklus	Mesiace po KTS					
		do 1.	do 2.	do 3.	do 4.	do 5.	do 6.
CM-500	šesťmesačný	0,225	0,649	1,020	1,397	1,662	1,788
	štvmesačný	0,180	0,373	0,513	0,627	0,673	—
CM-1000	šesťmesačný	0,455	1,077	1,840	2,519	2,917	3,128
	štvmesačný	0,344	0,756	1,169	1,306	1,400	—



3. Rozdelenie početnosti času na kontrolu technického stavu chladiacich zariadení CM-500 — Frequency distribution of the time for the technical inspection of the CM-500 cooling systems



4. Rozdelenie početnosti času na kontrolu technického stavu chladiacich zariadení CM-1000 — Frequency distribution of the time for the technical inspection of the CM-1000 cooling systems

návania KTS je na obr. 2. Charakter rozdelenia sa po skrátaní cyklu KTS nezmenil. V oboch prípadoch charakterizovalo početnosť Bruns-Charlierove rozdelenie približne na rovnakej hladine početnosti $P > 3,323 \cdot 10^{-27}$. Taktiež hodnoty základných štatistických veličín boli takmer rovnaké (tab. II).

Vplyv skráteneho cyklu vykonávania KTS sa výrazne odrazil v znížení počtu porúch chladiacich zariadení. V tab. III uvádzame počet porúch v prejočte na jedno zariadenie od jedného až do šiestich mesiacov od vykonania KTS. Pri chladiacich zariadeniach CM-500 pripadalo na jedno zariadenie na konci cyklu 1,788 opráv. Skráténím cyklu sme zaznamenali pokles na 0,673 opráv. Pri chladiacich zariadeniach CM-1000 sme zaznamenali zníženie z 3,128 na 1,400 poruchy na jedno zariadenie.

Servisní technici vykazujú na montážnych listoch aj druh odstraňovanej poruchy. Na základe toho je možné vyhodnotiť poruchy najčastejšie sa vyskytujúce, ako aj opakujúce sa poruchy na rovnakých chladiacich zariadeniach. V roku 1987 sme sledovali aj výskyt jednotlivých druhov porúch, resp. ich opakovanie. Najčastejšie sa vyskytovala aj opakovala porucha doplňovanie chladiva a potom oprava termostatu bez rozdielu druhu zariadenia (tab. IV). Na dopĺňaní chladiva sa podieľala aj príprava zariadenia na letnú, resp. zimnú prevádzku. Ide o závažnú poruchu, nakoľko dnes je snaha obmedzovať používanie freónových chla-

IV. Najčastejšie a opakujúce sa poruchy pri chladiacich zariadeniach — The most frequent and repeated failures in the cooling systems

Druh poruchy	Počet porúch		Čas medzi poruchami [deň]		
	spolu	opakovaných	min	priemer	max
CM-500					
Doplnenie chladiva	214	99	2	62	205
Oprava termostatu	44	5	38	114	174
Oprava elektrického pripojenia	29	2	107	160	213
Dehydrácia	24	2	86	117	148
Oprava náhonu miešadla	21	2	69	111	154
CM-1000					
Doplnenie chladiva	332	194	2	51	169
Oprava termostatu	84	22	1	75	188
Dehydrácia	77	20	6	66	187
Oprava expanzného ventilu	42	5	10	65	105
Čistenie sitka	40	5	15	74	158
Oprava náhonu miešadla	36	3	78	154	204
Oprava elektrického pripojenia	28	4	32	91	147

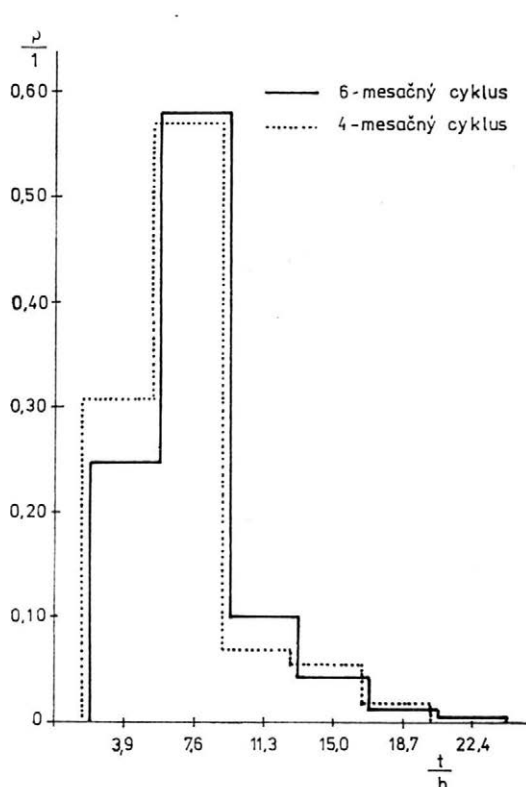
dív. Ďalšie poruchy sa neopakovali tak často ako porucha chladiaceho zariadenia. Tab. IV ukazuje, že priemerný čas medzi poruchami bol pri zariadení CM-1000 nižší ako pri CM-500.

Servisné vozidlo obsluhujú dvaja opravári. Čas na odstránenie poruchy je potom polovičný, ako je spotreba času na jednotlivé druhy opráv. Priemerná spotreba času na vykonanie KTS sa pri chladiacich zariadeniach CM-500 výrazne nemenila ani po skrátení cyklu na štyri mesiace. Pri chladiacich zariadeniach CM-1000 poklesla priemerná spotreba času o 0,51 hodiny po skrátení cyklu KTS, čo nebol výrazný pokles. Súviselo to s tým, že náplň pri KTS zostala rovnaká. Pri oboch typoch chladiacich zariadení sa charakter rozdelenia početnosti výrazne nezmenil (obr. 3 a 4). Hladina významnosti bola najvyššia pri normálnom rozdelení.

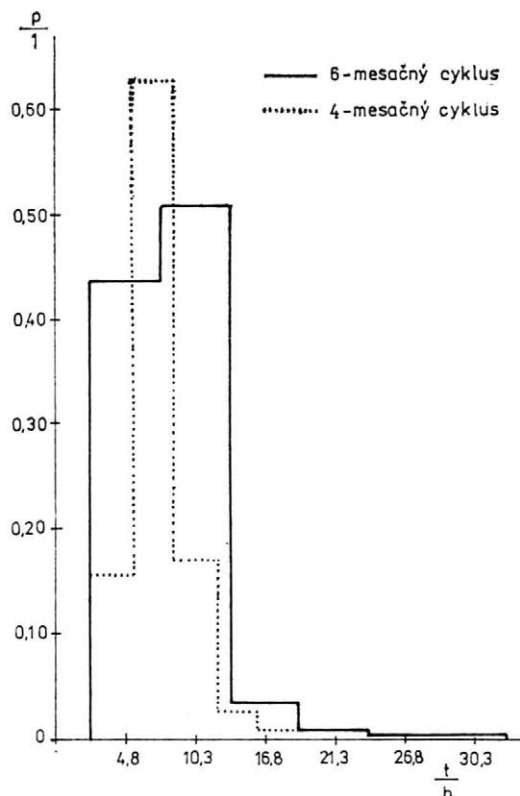
Skrátením cyklu KTS poklesla pri oboch zariadeniach priemerná spotreba času na odstránenie prevádzkových porúch. Pokles prárnosti bol výraznejší pri CM-500, kde dosiahol hodnotu 0,50 hodiny. Charakter rozdelenia početnosti pri CM-500 zostal takmer rovnaký a popisovalo ho Bruns-Charlierove rozdelenie. Skrátením cyklu KTS pri chladiacich zariadeniach sa zmenilo rozdelenie početnosti z Bruns-Charlierovho na normálne rozdelenie (obr. 5 a 6).

DISKUSIA

Zásady komplexnej starostlivosti o chladiace zariadenia v poľnohospodárskych podnikoch sa uvádzajú vo Vestníku Ministerstva poľnohospodárstva.



5. Rozdelenie početnosti času na prevádzkové opravy chladiacich zariadení CM-500 — Frequency distribution of time for the operational repairs of the CM-500 cooling systems



6. Rozdelenie početnosti času na prevádzkové opravy chladiacich zariadení CM-1000 — Frequency distribution of the time for the operational repairs of the CM-1000 cooling systems

podárstva a výživy SSR (1983). Povinnosťou podnikov STS je vykonať KTS chladiacich zariadení minimálne dvakrát ročne.

Hodnoteniu prevádzkovej spoľahlivosti poľnohospodárskej strojovej techniky sa v ostatných rokoch venuje zvýšená pozornosť. Pri stanovení doby bezporuchovej prevádzky sa využívajú momentové odhady spoľahlivosti (K l ť f a, 1988), alebo sa ukazovatele stanovujú na základe skrátenej doby sledovania malého súboru strojov (K o v á ě a B r e š, 1988). V teórii spoľahlivosti má z hľadiska štatistického spracovania výsledkov meraní výsadné postavenie Weibullovo rozdelenie, ktoré svojou obecnosťou popisuje väčšinu náhodne premenných veličín (K o v á ě a i., 1984). Bruns-Charlierove rozdelenie je určitou modifikáciou Weibullovo rozdelenia. Toto rozdelenie popisovalo na vysokej hladine významnosti dobu bezporuchovej prevádzky chladiacich zariadení. Charakter rozdelenia početnosti doby bezporuchovej prevádzky pri chladiacich zariadeniach CM-500 sa pri skrátenom cykle vykonávania KTS výrazne zmenil v porovnaní so šesťmesačným cyklom, zatiaľ čo pri zariadeniach CM-1000 nenastala výrazná zmena. Môže to byť aj v dôsledku vyššieho priemerneho veku chladiacich zariadení CM-500.

Rozbor nákladov na opravy pri dojacej a chladiacej strojovej technike v okresoch Žilina, Čadca a Liptovský Mikuláš spracovali S t u d e n í k a H r a j n o h a (1987). Pri dojacej strojovej technike vyhovuje

Typ zariadenia	Cyklus KTS	Náklady spolu	z toho KTS
CM-500	šesť mesiacov	2366	924
	štyri mesiace	2319	1305
	rozdiel	+ 47	- 381
CM-1000	šesť mesiacov	4998	1996
	štyri mesiace	4773	2142
	rozdiel	+ 225	- 146

z hľadiska nákladov na opravy trojmesačný cyklus vykonávania KTS. Porovnanie ročných nákladov na opravy chladiacich zariadení pri šesťmesačnom a štvormesačnom cykle KTS sa uvádza v tab. V. Skrátením cyklu KTS síce stúpili ročné náklady na túto činnosť pri oboch zariadeniach, ale poklesli náklady na prevádzkové opravy a potom aj priemerné náklady na opravy. Pri chladiacich zariadeniach CM-1000 to bolo až o 225 Kčs. V súvislosti so skráteným cyklom vykonávania KTS sa žiada prehodnotiť náplň práce, čo by mohlo prispieť ku zníženiu nákladov na KTS.

ZÁVER

Zavedenie komplexného systému starostlivosti o dojaciu a chladiacu strojovú techniku prispelo ku zlepšeniu jej prevádzkovej spoľahlivosti. V súčasnosti platné polročné intervaly vykonávania KTS chladiacich zariadení sú z hľadiska výskytu porúch medzi KTS (resp. z hľadiska nákladov na opravy chladiacich zariadení) dlhé. Rozbor nákladov na opravy pri cca 160 kusoch chladiacich zariadení CM-500 a CM-1000 ukázal na prednosti štvormesačného cyklu vykonávania KTS. Vedľa úspory priamych nákladov sme zaznamenali aj výrazné zníženie prevádzkových porúch medzi KTS. To je dôležité aj vo vzťahu k novej norme, podľa ktorej sa hodnotí kvalita mlieka.

Literatúra

- ČSN 57 0529. Surové mlieko. 1988.
 KLÚFA, J.: Maximálne vérohodné a momentové odhady spoľehlivosti zemédélské techniky. Zeméd. Techn., 34, 1988, č. 9, s. 525-531.
 KOVÁŘ, R. a kol.: Metodika evidence a vyhodnocení exploatačních parametrů traktorů Zetor UR I. [Průběžná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemédélská 1984.
 KOVÁŘ, R. — BREŠ, M.: Stanovení ukazatelů bezporuchovosti traktorů Zetor UR I na základě zkrácení doby sledování. Zeméd. Techn., 34, 1988, č. 4, s. 203-213.
 STUDENÍK, B. — HRAJNOHA, M.: Výskyt porúch dojacej a chladiacej techniky medzi KTS. [Závèrečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1987.
 Vestník Ministerstva poľnohospodárstva a výživy SSR, ročník XV, čiastka 4, 1983.

Došlo dňa 3. 5. 1989

СТУДЕНИК, Б. — ГРАЙНОГА, М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Ровинка): **Определение цикла контроля технического состояния холодильных оборудований для молока.** Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 515-524.

Комплексное обслуживание морозильных устройств для молока обеспечивают для сельскохозяйственных предприятий машинно-тракторные станции. Обслуживание основано на проведении контроля технического состояния через шесть месяцев и на устранении производственных нарушений между контролями. Для этой цели работники машинно-тракторных станций пользуются специальными мобильными мастерскими на базе транспортных средств Авиа. В двух районах СССР была проведена оценка затрат на комплексное обслуживание морозильных устройств, их производственной надежности при шестимесячном цикле проведения контроля технического состояния и при сокращенном четырехмесячном цикле. Исследуемый комплекс состоял из 150 морозильных устройств CM-500 и 158 морозильных устройств CM-1000. Сокращением цикла проведения контролей технического состояния на четыре месяца уменьшили годовые затраты за ремонты у CM-500 на 47 крон и у CM-1000 на 225 крон на одно устройство. Количество производственных нарушений на одно устройство уменьшилось за пять месяцев после контроля технического состояния с 1,662 на 0,673 (у CM-500) или с 2,917 на 1,400 (у CM-1000). Сокращенный цикл проведения контролей технического состояния благоприятно повлиял на производственную надежность морозильных устройств, а также на затраты за их ремонт.

производственная надежность; затрата за ремонт; техника в животноводстве

STUDENÍK, B. — HRAJNOHA, M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *Determination of the Technical Inspection Cycle in Milk Cooling Plants.* Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 515-524.

Complex services of the milk cooling systems in agricultural enterprises are ensured by the machinery and tractor stations. The services consist of technical inspections after each six months and of repairing the operational failures between the inspections. For this purpose the machinery and tractor station workers use special mobile service units based on the Avia trucks. In two Slovak districts the costs were evaluated of complex services of the cooling systems and their operation reliability with the six-month inspection cycle, and with a shortened four-month cycle. The set comprised 150 cooling systems CM-500 and 158 cooling systems CM-1000. A shortening of the technical inspection cycle to four months reduced the annual repair costs by 47 Kčs in the CM-500 and by 225 Kčs in the CM-1000 per respective unit. The number of operational failures per unit decreased in five months after the technical inspection from 1.662 to 0.673 (CM-500) and from 2.917 to 1.400 (CM-1000). The shortened inspection cycle exerted a positive influence on the operation reliability of the cooling systems as well as the repair costs.

operation reliability; repair costs; technology in animal production

Adresa autorov:

Ing. Bohumil Studeník, CSc., Milan Hrajnoha, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

TOMLEIN, P. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Postupy sanitácie hadíc dojacích súprav*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 525-533.

Hadice patria medzi najviac kontaminované mliečne cesty v dojacom zariadení. Ich sanitáciou pri generálnych opravách dojacích súprav sa musí dosiahnuť senzoricky hodnotená čistota mikrobiálne vyhovujúcich, nepoškodených všetkých hadíc určených na ďalšie využitie, pretože kontrola vyčistenia čiernych nepriehľadných hadíc na dĺžke až 2,7 m je obtiažna. Na sanitáciu hadíc existujú overené postupy využívajúce energiu cirkulujúcich sanitačných roztokov, ultrazvuk, stieranie stierkami a stieranie tlakovou vodou. Nové zariadenia na stieranie vnútra hadíc umožnili zostaviť a overiť i nové technologické postupy sanitácie, ktoré sú hospodárnejšie a výkonnejšie ako postupy doteraz využívané.

generálne opravy dojacích súprav; cirkulácia roztokov; ultrazvuk; stieranie; vysoký tlak vody; mikrobiologická kontaminácia

Generálne opravy dojacích súprav (GO DS) sú v ČSSR vykonávané v špecializovaných opravniach (linkách GO DS). V zahraničí sú zabezpečované len v niektorých oblastiach ZSSR a v BLR. V ČSSR je v prevádzke 29 liniek GO DS s nadokresnou pôsobnosťou. Pri generálnych opravách (GO) sa dojacie súpravy (DS) úplne rozoberú, vyčistia a vydezinfikujú. Medzi najviac kontaminované časti DS patria mliečne hadice, ktoré sa môžu stať ďalším mohutným zdrojom sekundárnej mikrobiálnej kontaminácie mlieka. Medzi typické komponenty znečisťujúce vnútorný povrch hadíc patrí laktóza, tuk, bielkoviny a minerálne soli, ktoré tvoria vo vode spolu s nerozpustným kazeinátom vápenatým mliečny kameň priľnutý na hadice. Tento kameň môže byť prevedený do rozpustného stavu odobraním vápnika, napr. pôsobením komplexotvorných kyselín alebo solí (Mergl, 1987). Znečistenie, ktoré zostáva v hadiciach aj po čistení, je obvyčajne kontaminované mikroorganizmami a je vhodným prostredím k ich množeniu. Následná dezinfekcia potom nemôže byť plne účinná (Citterbergerová a Hojovec, 1987). Účinnosť sanitácie je všeobecne ovplyvňovaná predovšetkým druhom chemického prostriedku, jeho koncentráciou, teplotou, tvrdosťou vody, časom pôsobenia a postupom sanitácie. Pri cirkulačnom čistení je snahou vyvinúť dostatok energie na to, aby sa znečistenie v hadici zmenilo v suspenziu, alebo aby sa úplne rozpustilo a vyplavilo. Tohto procesu sa zúčastňujú kinetická, chemická a termická energia. Nedostatok jednej energie môže byť kompenzovaný zvýšením podielu energie druhej. Ak sa takýmto pôsobením nepodarí dosiahnuť požadovaný čistiaci efekt, je možné využiť mechanické čistiace účinky ultrazvuku, stierania na trní, kefou, alebo stierania tlakovou vodou (Tomlein a i., 1988).

Pri riešení sanitačného systému s technickým vybavením na sanitáciu hadíc pri GO DS sme sledovali cieľ dosiahnuť predovšetkým senzoricky hodnotenú čistotu mikrobiálne vyhovujúcich hadíc o vnútornom priemere 13 mm a vonkajšom priemere 23 mm. Išlo nám o všetky hadice, s ktorými sa počítalo do ďalšej prevádzky. Čierne nepriehľadné hadice, vyrobené zo zmesi pod označením 3686 a 3676, sa nedajú bežne kontrolovať, či sú na celej dĺžke ($\sim 2,7$) zodpovedajúco vyčistené. Zistenie účinnosti čistenia a dezinfekcie v hadiciach dojacích súprav zahŕňalo senzorickú a mikrobiologickú kontrolu.

Hadica bola čistá, keď:

- za dobrých svetelných podmienok nebolo viditeľné znečistenie,
- pri zotieraní povrchu čistými prstami nebol pocit mastnoty,
- nebol cítiť nepríjemný zápach,
- nebola indikovaná alkalita, kyslosť (Fajnorová a i., 1988).

Hadica bola mikrobiologicky nezávadná, keď výsledky mikrobiologických vyšetrení podľa ČSN 57 0101 (1964) a ČSN 56 0100 (1970) (z výplachu so 100 ml fyziologického roztoku z plochy 100 cm² z konca hadice počas 30 sekúnd) zodpovedali hodnoteniu podľa ČSN 46 6109 (1977).

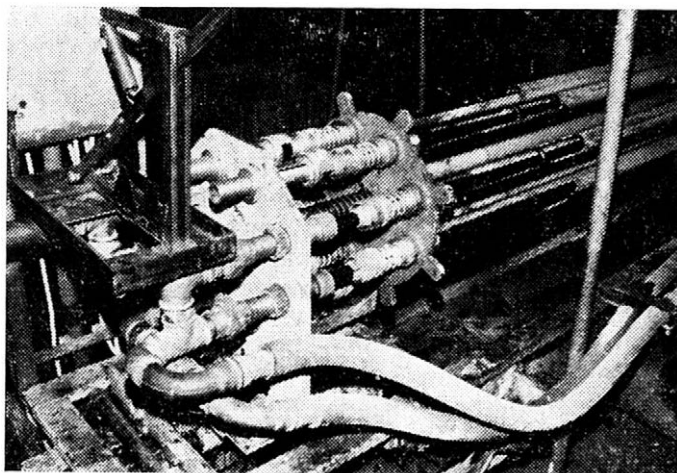
Sanitácia využívajúca termickú, chemickú a kinetickú energiu cirkulujúcich roztokov bola dopĺňaná o mechanické účinky:

- stierania vnútorného povrchu hadíc na trní,
- ultrazvuku,
- vysokého tlaku vody o nízkom prietoku.

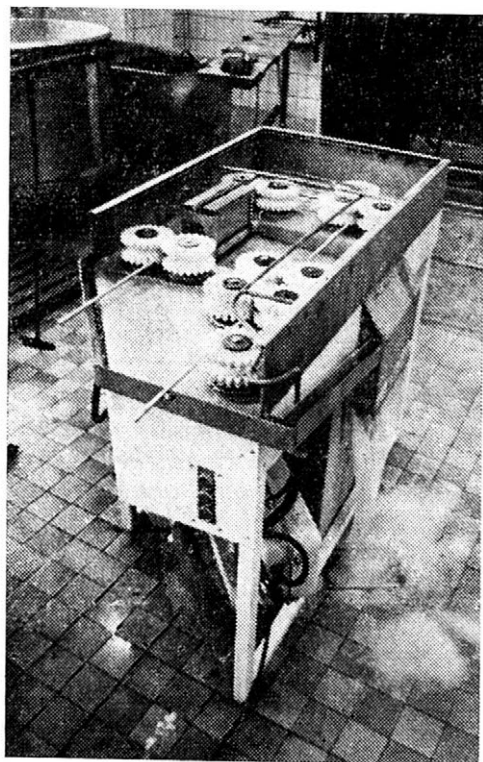
Pri návrhu receptúr sanitácie sme zaradili tieto fázy sanitačného postupu:

- predmáčanie,
- pranie,
- stieranie,
- cirkulácia roztokov dopĺňaná o účinky ultrazvuku,
- „studená“ chemická dezinfekcia.

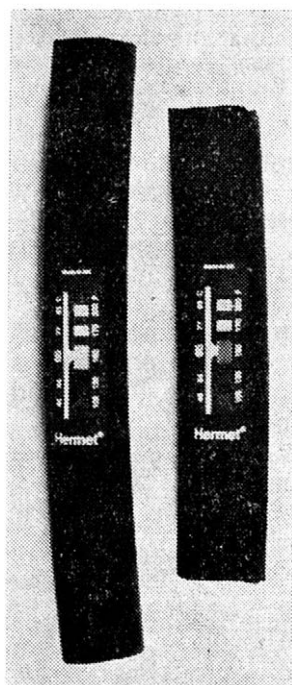
Na predmáčanie boli použité podlhovasté alebo kruhové nádrže odolné voči zriadeným kyselinám. Hadice boli prané v bubnových práčkach PR 8-IE bez odstredovania. Na cirkuláciu roztokov bolo použité zariadenie charakterizované tým, že nádrže so sanitačnými roztokmi, čerpadlá, potrubný systém umývačky a umývané hadice tvorili uzatvorený čistiaci okruh. V tomto nízkotlakom systéme závisela čistiaca schopnosť predovšetkým od chemického a termického pôsobenia roztokov na nečistoty, a od mechanických účinkov prúdu roztokov o rýchlosti 6,28 m.s⁻¹ a prietoku 0,833 l.s⁻¹ doplnených o pôsobenie abrazív — polyetylénových guľôčiek. Osem hadíc nasunutých v karuseli bolo v daných intervaloch pootáča-



1. Zariadenie na sanitáciu hadíc cirkuláciou roztokov s rezačkou koncov hadíc — An equipment for hose decontamination through circulation of solutions, with a cutter of hose ends



2. Zariadenie na čistenie hadíc stieraním vnútorného povrchu hadíc a kefovaním ich vonkajšieho povrchu — An equipment for hose decontamination through a wiping of the inner surfaces of hoses and brushing of their outer surfaces



3. Odrezky hadíc s nalepenými páskami s progresívnou indikáciou teploty (na vonkajšom povrchu ľavej hadice dosiahla teplota 45 °C a pravej hadice 65 °C — Hose cuttings with sticked tapes with a progressive temperature indication (the temperature on the left surface of the right hose was 45 °C and of the lower hose 65 °C)

ných voči stabilnému čelu tak, že dve hadice boli premývané alkalickým roztokom, dve kyslým roztokom, dve boli oplakované vodou a dve vymieňané (obr. 1). V zariadení s ultrazvukom cirkulovala v hadiciach tiež voda alebo alkalický roztok. V zariadení na čistenie hadíc stieraním (obr. 2) bol pohyb hadíc po voľne loženom vodiacom trní so stieracími krúžkami zabezpečený sústavou na obvodě tvarovaných rotačných kladiek párovo spojených evolventným ozubením. Nečistoty na vonkajšom povrchu boli počas posuvu medzi kladkami narušované ozubením a kefované v tunelovom kartáči. Na dezinfekciu boli použité nádrže odolné voči použitým chemikáliám. Vo variantnom riešení bol namiesto stierania stierkami využitý kužefový rozstrek vody pod vysokým tlakom s prietokom 15 až 20 l. min⁻¹.

Návrh technológie sanitácie hadíc, ktorá by kapacitne a účinnosťou vyhovovala na zaradenie do liniek GO DS už prevádzkovaných, bol posudzovaný podľa:

- čistiaceho efektu,
- poškodzovania vnútorného povrchu hadíc,
- mikrobicídnej účinnosti,
- výkonnosti,
- nárokov na energiu,
- spotreby chemikálií,
- spotreby pitnej vody,
- nákladov na sanitáciu hadíc a celkových nákladov za rok.

Ak sa nepodarilo odstrániť hrubé nečistoty, nebola už účinnosť dezinfekcie a opláknutia chemickými roztokmi ďalej posudzovaná. Na sledovanie boli vyberané najviac znečistené hadice z disponibilného množstva na linkách GO DS Pezinok a Žilina po trojmesačnej i viacmesačnej eksploatacii.

VÝSLEDKY

Celkom sme hodnotili 36 receptúr sanitácie hadíc, z ktorých najlepšie výsledky boli dosiahnuté týmito postupne optimalizovanými postupmi:

1. — predmáčanie v 1,5% vodnom roztoku kyseliny chlór vodíkovej, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 20 hodín,
 - pranie v 0,5% vodnom roztoku Alkonu Z, $t = 60^{\circ}\text{C}$ počas 20 minút,
 - cirkulácia 1% vodného roztoku Demyro A, $t = 80^{\circ}\text{C}$ počas 4 minút,
 - cirkulácia 1% vodného roztoku Agrosanu K, $t = 40^{\circ}\text{C}$ počas 4 minút,
 - oplak pitnou vodou, $t = 17^{\circ}\text{C}$ počas 4 minút;
2. — predmáčanie v 1,8% vodnom roztoku kyseliny chlór vodíkovej, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 12 hodín,
 - stieranie s oplakom 0,2% vodným roztokom Jari, $t = 40^{\circ}\text{C}$;
3. — predmáčanie v 0,5% vodnom roztoku Demyro A, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 12 hodín,
 - stieranie s oplakom 0,2% vodným roztokom Jari, $t = 40^{\circ}\text{C}$;
4. — predmáčanie v 1,8% vodnom roztoku kyseliny chlór vodíkovej, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 12 hodín,
 - stieranie s oplakom 0,2% vodným roztokom Jari, $t = 40^{\circ}\text{C}$,
 - dezinfekcia v 2% vodnom roztoku Chloramínu B, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 3 hodín;
5. — predmáčanie v 0,5% vodnom roztoku Demyro A, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 12 hodín,
 - stieranie s oplakom 0,2% vodným roztokom Jari, $t = 40^{\circ}\text{C}$,
 - dezinfekcia v 2% vodnom roztoku Chloramínu B, $t = 20^{\circ}\text{C}$ počas 3 hodín.

Používané chemické prostriedky sú nahraditeľné inými s podobnými účinkami, vyrábanými k rovnakému použitiu.

V receptúre sanitácie č. 1 bolo voči pôvodnej receptúre doplnené najmä predmáčanie s dodržaním koncentrácií všetkých roztokov a teplotného režimu. Teplotný režim bol kontrolovaný jednorazovými teplocitlivými indikátormi teploty — povrchovo sa lepiacimi páskami s progresívnou indikáciou teploty (obr. 3) — ktoré pri teplote cirkulujúceho roztoku 82°C preukázali na vonkajšom povrchu hadíc teplotu 65°C vo štvrtej minúte cirkulácie roztoku. Hodnotených bolo 21 hadíc (tab. I), z toho deväť hadíc (zmes 3676) bolo vyčistených úplne, s mikrobiálnou úrovňou v rámci prvého stupňa mikrobiálnej čistoty. Z 12 hadíc (zmes 3686) deväť uvoľňovalo sadze. Tri hadice ostali nedočistené a ďalšie tri mali klzký povrch. Týmto postupom sa úspešnosť sanitácie voči pôvodnej re-

ceptúre síce zvýšila, ale úplné vyčistenie všetkých hadíc sa nepodarilo dosiahnuť.

Podľa receptúr č. 2 a 3, rozlíšených predmáčacím roztokom so stieraním pomocou stieracích krúžkov, bolo hodnotených 40 hadíc. Lepšie výsledky preukázalo predmáčanie vo vodnom roztoku kyseliny chlór-ovodíkovej s takmer 100% nálezom v rámci prvého stupňa mikrobiálnej čistoty (tab. 1). Všetky hadice boli úplne vyčistené. Mikrobiálny nález sa upravil po následnej „studenej“ chemickej dezinfekcii podľa receptúr č. 4 a 5 tak, že všetky hadice boli dezinfikované v rámci prvého stupňa mikrobiálnej čistoty.

Pri hodnotení poškodzovania vnútra hadíc stieraním stierkami neboli pozorované praskliny ani trhliny pri 30-násobnom a 200-násobnom zväčšení (VÚGPT, 1988). Kopírovanie stierok hadicou závisí od jej tvrdosti, druhu a teploty predmáčacieho i oplakovacieho roztoku, rozmerov, počtu a rozmiestnenia stierok i od tolerance rozmerov hadíc.

Zbytky chemických sanitačných prostriedkov v oplakovacej vode hodnotené podľa zmeny zafarbenia po pridaní indikátorov po alkalickom a kyslom čistení neboli preukázané. Hadice po stieraní i po studenej dezinfekcii sa môžu montovať na dojacie súpravy. Dojič je povinný opláknúť dojaciu súpravu vodou pred každým dojením.

Hadice po predmáčaní a stieraní sú bez viditeľných zvyškových nečistôt a nebol zistený zvýšený zápach. Po predmáčaní vo vodnom roztoku kyseliny chlór-ovodíkovej ostáva povrch čierne matný a gumene vrzgavý, čo spôsobuje zvýšený odpor pri prechode hadice voľne loženým vodiacim trňom so stierkami. Po predmáčaní v alkalických roztokoch ostáva povrch mierne klzký, čo uľahčuje prechod hadice čistiacim zariadením.

DISKUSIA

Z celkového počtu 136 hadíc, ktoré sme hodnotili po sanitácii bez predmáčania, sme v 28 prípadoch zistili zasúšené, zatvrdnuté nečistoty (mliečny, vodný kameň), čo je až 20,5 %. Na ich odstránenie nepomohlo ani dvojnásobné až trojnásobné predĺženie cirkulácie alkalického alebo kyslého roztoku. Neúčinné bolo aj stieranie kefou, resp. použitie abrazív — PE guľôčiek a pod. Stav a druh znečistenia v hadiciach je závislý nielen od dôslednosti vykonávania rutínnej údržby na farmách dojníc, ale tiež od tvrdosti používanej vody, od používaných sanitačných prostriedkov a pod.

Skutočnosť, že dojacie zariadenia nie sú na mnohých farmách dojníc v dobrom hygienickom stave, potvrdilo vyčistenie vždy viac ako 50 % hadíc technológiou sanitácie zavedenou na linkách GO DS v SSR. Z toho tiež vyplýva, že pri správnej rutínnej údržbe a pri sanitácii po každom dojení by špeciálne postupy na linkách GO DS, ktoré tento problém riešia aj tak len jednorazovo, neboli nutné.

Z celkového počtu 281 hadíc na linke GO DS Pezinok, na ktorých sme vizuálne hodnotili vnútorný povrch, malo 56 % hadíc povrch viditeľne porézny. Vizuálne hodnotenie porezity vnútorného povrchu podľa porezity vonkajšieho povrchu hadíc sa nedalo aplikovať na čierne hadice zo syntetického kaučuku tak, aby to bolo možné posúdiť na červených hadiciach zo zmesi s prírodným kaučukom. Nebolo to možné ani

I. Rozdelenie náleзов podľa stupňa mikrobiálnej čistoty (ČSN 46 6109) pre vybrané receptúry sanitácie a pre hadice vyrobené zo zmesí pod označením 3686 a 3676 — Differentiation of results according to the degree of microbial cleanness (ČSN 46 6109) for some decontamination procedures and for hoses manufactured from mixtures marked 3686 and 3676

Počet nálezov	Klasifikácia	Číslo receptúry									
		1		2		3		4		5	
		hadica zmesi		hadica zmesi		hadica zmesi		hadica zmesi		hadica zmesi	
		3686	3676	3686	3676	3686	3676	3686	3676	3686	3676
1	I	60	140	0	0	180	80	50	30	30	20
2		120	30	20	500		100	120	20	30	70
3		140	110	0	420		40	80	0	70	20
4		180	110	40	30		40	20	70	40	40
5		120	70	50	70		100	0	10	10	120
6		40	180	60	40		70				
7		80	120	30	30		20				
8		220		20	30		50				
9		150		0	0						
10				50							
CPM σ_{CPM}		123,3 62,3	109 44,5	27 22,6	28 24,1	180	62 29,6	30 22,9	54 38,4	55 39	26 23,7
1	II	1800	1200			2400					
2						1200					
1	III	> 3000	> 3000		> 3000	> 3000	> 3000				
2		> 3000				> 3000	2800				
3						> 3000					
4						> 3000					
5						> 3000					
6						> 3000					
7						> 3000					

II. Porovnanie technicko-ekonomických ukazateľov vybraných technologických postupov sanitácie hadíc dojacích súprav — Comparison of the technical and economic indicators of some decontamination procedures of hoses for milking units

Číslo receptúry sanitácie	Technologický postup sanitácie hadíc	Výkonnosť [ks. h ⁻¹]	Pitná voda ¹⁾ [m ³]	Elektrická energia ¹⁾ [kW]	Orientačné náklady v Kčs na	
					150 hadíc	hadicu
1	predmáčanie, pranie, cirkulácia sanitačných roztokov	24	0,8	70,3	~107,1	0,71
4 a 5	predmáčanie, stieranie stierkami, chemická dezinfekcia	108	0,5	22,15	~ 55,5	0,37
4 a 5	predmáčanie, stieranie kuželom tlakovej vody, chemická dezinfekcia	~ 90	2,2	18,9	~ 52,8	0,35

Pozn.: ¹⁾ sanitácia 150 hadíc

vtedy, keď vnútorný povrch bol značne rozleptaný, so značnou hĺbkovou koróziou, s uvoľňovaním sadzí.

To znamená, že zatiaľ neexistuje diagnostický signál, ktorý by nepriamo poukazoval na stav vnútorného povrchu hadíc a signalizoval možnosť ich ďalšieho nasadenia do prevádzky, resp. nutnosť ich vyradenia. Optické posúdenie (napr. Alfascopom) je zdĺhavé a neúplné. Uvoľňovanie sadzí — korózia vnútra hadíc — sa však prejaví pri stieraní na čiernom sfarbení zotretých nečistôt. Takúto hadicu je nutné vyradiť.

Štatistickým zhodnotením mikrobiologických nálezov z jednotlivých receptúr (tab. I) analýzou rozptylu sa na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ preukázal významný vplyv zmesi hadice i receptúry na mikrobiálnu čistotu po sanitácii, najmä v dôsledku výsledkov s receptúrou č. 3. Bez uvažovania výsledkov z receptúry č. 3 sa prejavil vplyv receptúry č. 2, 4 a 5 voči receptúre č. 1. Tomuto hodnoteniu zodpovedali aj hodnotenia predchádzajúcich, postupne optimalizovaných receptúr, aj keď boli porovnávané nízke počty opakovaní a neboli zabezpečené rovnaké podmienky exploatácie hadíc v prvovýrobe mlieka.

Využitie ultrazvuku pri rôznych variantoch sanitačných postupov ani s využitím termickej, chemickej a kinetickej energie zatiaľ nerinieslo požadovanú čistotu vnútorného povrchu hadíc. Dobrý čistiaci efekt sme však dosiahli stieraním od vysokým tlakom vody (10 až 15 MPa) s kužeľovým rozstrekom s prietokom 15 až 20 l. min⁻¹. Vzhľadom na uvedené výsledky sú ako najvhodnejšie technológie sanitácie mliečnych hadíc považované receptúry č. 4 a 5. Chemikálie použité v receptúre č. 5 sú však menej agresívne voči svojmu okoliu.

Z porovnania technicko-ekonomických ukazovateľov vybraných technologických postupov sanitácie mliečnych hadíc dojacích súprav (tab. II) vyplýva, že čistenie hadíc stieraním (receptúry 4 a 5) je podstatne výkonnejšie ako cirkulácia sanitačných roztokov (receptúra č. 1). V prospech receptúr č. 4 a 5 vychádza i nákladovosť na hadicu pri nižšej spotrebe elektrickej energie a chemických prostriedkov (prepočítaných na týždňovú výmenu predmáčacích roztokov). Technicko-ekonomické

zhodnotenie vychádzajúce zo sledovania oboch rozličných systémov sanitácie v prevádzke je výhodnejšie pre technológiu využívajúcu predmáčanie, stieranie a studenú chemickú dezinfekciu.

ZÁVER

Technológia „studenou“ chemickou sanitáciou s využitím zariadenia na čistenie stieraním vnútorného povrchu a kefovaním vonkajšieho povrchu hadíc vyhovuje požiadavkám na mikrobiálnu a senzorickú čistotu hadíc. Zariadenie je funkčné a nespôsobuje vznik trhlín, prasklín na vnútornom povrchu hadíc normalizovaných rozmerov. Svojou výkonnosťou a ekonomickou výhodnosťou v studenom sanitačnom postupe je zariadenie vhodné pre linky GO DS už prevádzkované.

Technológia studenou sanitáciou zahŕňa predmáčanie, stieranie vnútorného povrchu hadíc stierkami alebo kužeľovým rozstrekom vody pod vysokým tlakom, ďalej kefovanie vonkajšieho povrchu hadíc a studenú — chemickú dezinfekciu.

Takto zostavený sanitačný postup sa preukázal ako ekonomicky výhodnejší, výkonnejší, energeticky úspornejší ako sanitácia cirkuláciou roztokov doposiaľ využívaná na linkách GO DS. Vyhovuje po stránke mikrobicídnej účinnosti a senzoricky hodnotenej čistoty hadíc po sanitácii.

Použité označenie

CPM	celkový počet mikroorganizmov
DS	dojacia súprava
GO	generálna oprava
CPM	priemerný celkový počet mikroorganizmov
δ	smerodajná odchýlka
t	teplota

Literatúra

CITTERBERGEROVÁ, A. — HOJOVEC, J.: Hygienické požiadavky na dojící zařízení. In. Sbor. ČSVTS. České Budějovice, DT 1987.

ČSN 46 6109. Čištění a dezinfekce v prvovýrobě mléka a při jeho mlékárenském ošetření a zpracování. 1977.

ČSN 56 0100. Mikrobiologické zkoušení poživatin, předmětů běžného užívání a prostředí potravinářských provozoven. 1970.

ČSN 57 0101. Mikrobiologické zkoušení mléka a mléčných výrobků. 1964.

FAJNOROVÁ, T. et al: Zoohygiena a veterinární technika. [Metodická příručka.] Trnava, Ústav zoohygieny a veterinární techniky 1988.

MERGL, M.: Progresivní postupy sanitace dojící a chladicí techniky a nové způsoby hodnocení jejich účinnosti. Živočiš. Vyr., 32, 1987, č. 12, s. 1089-1096.

TOMLEIN, P. — KOVÁČOVÁ, A. — PRAŽENICA, F.: Zariadenie na stieranie vnútorného a kefovanie vonkajšieho povrchu hadíc dojacích súprav pre GO. [Technická správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1988. 29 s. VÝZKUMNÝ ÚSTAV GUMÁRENSKÉ A PLASTIKÁRSKÉ TECHNOLOGIE GOTTWALDOV: Mikrosnímky hadíc. (Zn. 250/5/88/357). Gottwaldov, VÚGPT 1988.

Došlo dňa 3. 5. 1989

ТОМЛЕИН, П. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Ровинка): Методы санитарной гигиены при обработке шлангов доильных машин. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 525-533.

Шланги относятся к наиболее загрязненным молочным путям в доильном оборудовании. Их санитарной обработкой при капитальном ремонте доильных установок необходимо достигнуть сенсорной оценки чистоты микробиально подходящих, неповрежденных всех шлангов, предназначенных для дальнейшего использования, поскольку контроль очистки черных плохо видимых шлангов в длину почти 2,7 м весьма сложный. Для санитарной очистки шлангов существуют обследованные методы, применяющие энергию циркулирующих санитарно-очистительных растворов, ультразвук, стирание терками и стирание водой под давлением. Новые установки для стирания внутри шлангов позволили установить и обследовать и новые технологические методы санитарной очистки, которые являются более экономными и с более высокой производительностью, чем методы используемые до настоящего времени.

капитальный ремонт доильных установок; циркулирование растворов; ультразвук; стирание; высокое давление воды; микробиологическое заражение

TOMLEIN, P. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *The Decontamination of Hoses of Milking Units*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 525-533.

Hoses belong to the most contaminated milk ways in the milking equipment. Through their decontamination during general overhauls of the milking units a sensory cleanness must be reached of all the microbially suitable, undamaged hoses intended for further use because checking the cleanness of the long non-transparent hoses of up to 2.7 m is rather difficult. There are verified hose decontamination processes making use of circulating decontamination solutions energy, ultrasound, cleaning by squeegees and pressure water. A new equipment for cleaning the inner side of hoses made it possible to develop and verify new decontamination technologies which are more economical and efficient than the process until now.

general overhauls of milking units; circulation of solutions; ultrasound; wiping; high pressure of water; microbiological contamination

TOMLEIN, P. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): *Sanierung der Schläuche der Melkanlagen*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 525-533.

Die Schläuche zählen zu den meist kontaminierten Wegen der Melkanlagen. Durch ihre Sanierung im Rahmen von Generalreparaturen der Melkanlagen muss eine sensorisch einwandfreie mikrobielle Reinheit aller unbeschädigten Schläuche erzielt werden, die für die weitere Verwendung vorgesehen sind, da eine Kontrolle der Reinigung der schwarzen undurchlässigen Schläuche von 2,7 m Länge sehr schwierig ist. Für die Sanierung der Schläuche gibt es überprüfte Verfahren auf der Basis von Energie der zirkulierenden Sanierungslösungen, von Ultraschall, von Spachtelmessern und von Druckwasser. Neue technologische Sanierungsverfahren, die im Vergleich zu den bisher angewendeten Verfahren ökonomischer und leistungsstärker sind, ermöglichten eine neue Vorrichtung zur Sanierung des Schlauchinneren zu entwickeln und auch zu testen.

Generalreparaturen der Melkanlagen; Lösungen und ihre Zirkulation; Ultraschall; Abstreifen; Druckwasser; mikrobiologische Kontamination

Adresa autora:

Ing. Peter Tomlein, CSc., Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

Upozorňujeme čtenáře, že číslo 10 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

je věnováno pracím z Vysoké školy zemědělské v Nitře a jsou v něm zařazeny příspěvky:

- J. Šesták, P. Sklenka, L. Škulavík, R. Markovič: Dynamická stabilita univerzálné horské hnací jednotky MT 8-046
- L. Nozdrovický, P. Mihaľ: Minimalizácia spracovania pôdy v systémoch pestovania kukurice na zrno
- L. Vitáriuš: Energetická bilancia priemyselného systému pestovania kukurice na zrno
- M. Krajčovič, Š. Drabant, I. Petranský: Digitalizácia a spracovanie analógových záznamov parametrov mobilných prostriedkov
- J. Poníčan: Vplyv kinematických parametrov rotujúceho ramena na poškodenie semien sóje
- J. Jech, J. Korejtko, M. Čaprda: Rovinný tribo-meter
- Z. Hlaváčová, F. Hanzelík: Meranie vlhkosti niektorých strukovín a olejní vhlkomerom HG-2

ZHODNOTENIE SYSTÉMU OHREVVU ÚŽITKOVEJ VODY TEPELNÝM ČERPADLOM

J. Kuča

KUČA, J. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Zhodnotenie systému ohrevu úžitkovej vody tepelným čerpadlom*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9): 535–544.

Predmetom riešenia bolo navrhnúť a zhodnotiť systém ohrevu úžitkovej vody tepelným čerpadlom. Systém sa realizoval v JRD Trhové Mýto, na farme Topoľníky. Pri jeho hodnotení sa dosiahli tieto parametre: priemerný vykurovací faktor systému 2,38, množstvo ušetrenej elektrickej energie za rok 250 GJ, úspora spoločenských nákladov 25 121 Kčs, súhrnná ekonomická efektívnosť 2,59 Kčs.Kčs⁻¹, čas návratnosti 5,39 roka. Ďalej sa porovnali ohrievače s objemom 1,6 m³ v prevedení na stojato a na ležato z hľadiska teploty vypúšťanej vody ohriatej na 41 °C pri výtokových množstvách 0,166.10⁻³ m³.s⁻¹ a 1,433.10⁻³ m³.s⁻¹.

tepelné čerpadlo; ohrev úžitkovej vody; priemerný vykurovací faktor; súhrnná ekonomická efektívnosť; čas návratnosti

Charakteristickým nízkopotenciálnym zdrojom energie v poľnohospodárstve je biologické teplo chovaných hospodárskych zvierat. V zahraničí je využívaný vzduch z ustajňovacích priestorov na ohrev úžitkovej vody, u nás sú podobné aplikácie ojedinelé. Pri hodnotení systémov s tepelnými čerpadlami väčšina autorov uvádza len percentuálnu úsporu nahradzovanej elektrickej energie alebo paliva oproti bežným spôsobom ohrevu vody, niektorí hodnotia tepelné čerpadlo vykurovacím faktorom alebo uvádzajú iba mimoekonomické výhody zavedenia systému s tepelným čerpadlom. Pri návrhoch systémov s tepelnými čerpadlami je dôležité, aby sa technické riešenie prelínalo s ekonomickou stránkou problému, ktorá býva väčšinou rozhodujúca. Z týchto dôvodov je potrebné komplexne hodnotiť systémy s tepelnými čerpadlami.

METÓDA

VÝPOČET VYKUROVACIEHO FAKTORA TEPELNÉHO ČERPADLA

Vykurovací faktor tepelného čerpadla sa vypočítal podľa autorov Dvořák a i. (1987)

$$\varepsilon = \frac{Q_t}{Q_p} \quad [1]$$

a vykurovací výkon sa vypočítal podľa autorov Cihelka a i. (1985)

$$Q_t = \frac{c_w \cdot Q_w \cdot V_w (t_{w2} - t_{w1})}{\Delta \tau} \quad [W]$$

Na výpočet ε sa v 15-minútových intervaloch merali tieto hodnoty:

$$Q_p [\text{W}]; V_w [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]; \Delta\tau [\text{s}]; t_{w1}, t_{w2} [^\circ\text{C}]$$

Ostatné hodnoty sme prevzali od autorov Cihelka a i. (1985).

VÝPOČET PRIEMERNÉHO VYKUROVACIEHO FAKTORU

Priemerný vykurovací faktor celého systému v sledovanom období 1. 10. 1987 až 6. 4. 1988 sme vypočítali podľa vzťahu

$$\bar{\varepsilon}_{T\dot{C}} = \frac{\bar{Q}_{t, T\dot{C}}}{\bar{Q}_{p, T\dot{C}}} \quad [1]$$

Bolo potrebné zmerať:

$$V_{wc} [\text{m}^3]; \bar{\Delta t}_w [\text{K}]; \Delta\tau_1 [\text{h}]; \bar{Q}_p [\text{kW}]$$

Ostatné hodnoty sme prevzali od autorov Cihelka a i. (1985).

MNOŽSTVO UŠETRENEJ ELEKTRICKEJ ENERGIE

Množstvo ušetrenej elektrickej energie sme vypočítali podľa údajov, ktoré uvádzajú Dvořák a i. (1987)

$$U_e = \bar{Q}_{t, T\dot{C}} \cdot \Delta\tau_1 \left(1 - \frac{1}{\bar{\varepsilon}_{T\dot{C}}} \right) \quad [\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

Úspora spoločenských nákladov

$$U_{SN} = U_e \cdot MSN \quad [\text{Kčs} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

Ako uvádza Kubín (1982), $MSN = 0,361 \text{ Kčs} \cdot \text{kWh}^{-1}$.

Prínosy pre užívateľa sme vypočítali podľa vzťahu

$$U_S = U_e \cdot \tau_p \cdot T_f \quad [\text{Kčs}]$$

$\tau_p = 14$ rokov (podľa Zbierky zákonov č. 94/1980)

$T_f = 0,52 \text{ Kčs} \cdot \text{kWh}^{-1}$ (podľa sadzby A4 pre užívateľa)

Súhrnná ekonomická efektívnosť sa vypočítala podľa vzťahu

$$e = \frac{U_S}{N} \quad [\text{Kčs} \cdot \text{Kčs}^{-1}]$$

a čas návratnosti vynaložených investícií podľa vzťahu

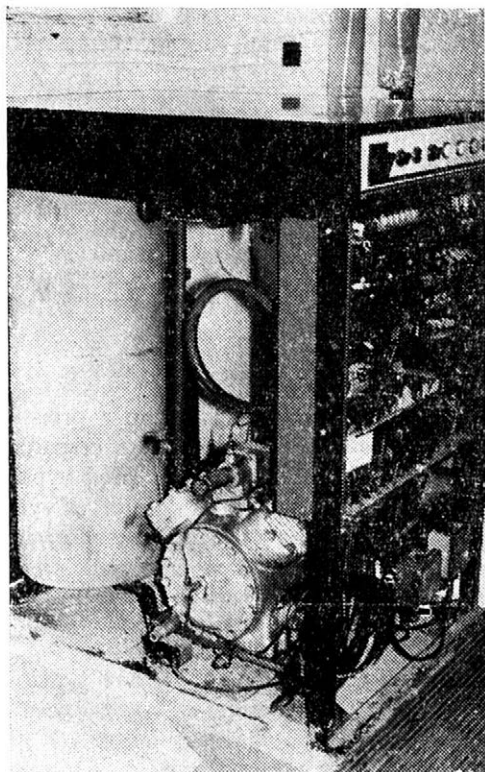
$$d = \frac{N}{\frac{U_S}{\tau_p}} \quad [\text{roky}]$$

MERANIE TEPLoty VODY PRI VYPÚŠŤANÍ

Pred vypúšťaním bola voľa v oboch zásobníkoch ohriata na teplotu 41°C . Do oboch zásobníkov na stojato i na ležato (každý s objemom $1,6 \text{ m}^3$) sa zabudovali ociechované ortuťové teplomery v mieste výtoku z ohrievačov. Vypúšťané prietokové množstvo sa zvolilo podľa podmienok prevádzky. Pri vypúšťaní pre potreby dojárne bolo prietokové množstvo $0,106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a pre prípravu kŕmnej zmesi pre ošipané $1,43 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Teplota vody sa zaznamenávala po vypustení každých $0,2 \text{ m}^3$ vody. Merania sme robili pre každý zásobník osobitne.

Merali sme týmito prístrojmi: jednotkové voďomery Jh 20-R/2, Zepax s odporovými termočlánkami Ptp H, digitálny zapisovač typ WRITE 3600, ortuťové teplomery.

1. Tepelné čerpadlo LV-20S — LV-20S
heat pump

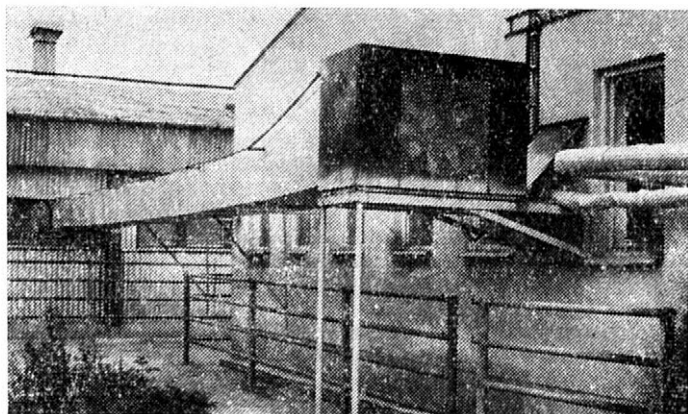


VÝSLEDKY

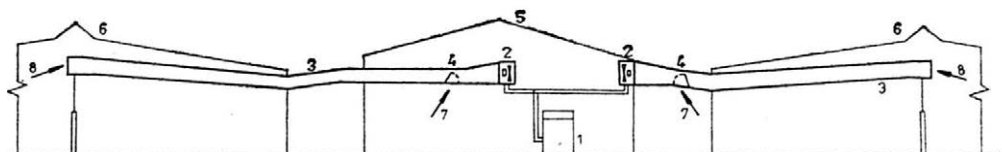
Systém ohrevu úžitkovej vody tepelným čerpadlom LV-20S, výrobca Frigera Kolín, využíva ohriaty vzduch z dvoch ustajňovacích priestorov pre dojnice K-720. Ohriata voda (9 m^3 za deň) sa používa na umývanie vemien 424 dojníc v rotačnej dojárni DZKD-15 a na prípravu kŕmnej zmesi na výkrm 800 ošípaných. Systém sa realizoval na JRD Trhové Mýto na farme Topoľníky.

TECHNOLOGICKÁ ČASŤ

Prečerpávanie tepelnej energie zabezpečuje tepelné čerpadlo typu vzduch-voda s výkonom 20 kW (obr. 1). Výparníky tepelného čerpadla sú umiestnené na vonkajšej stene objektu dojárne.



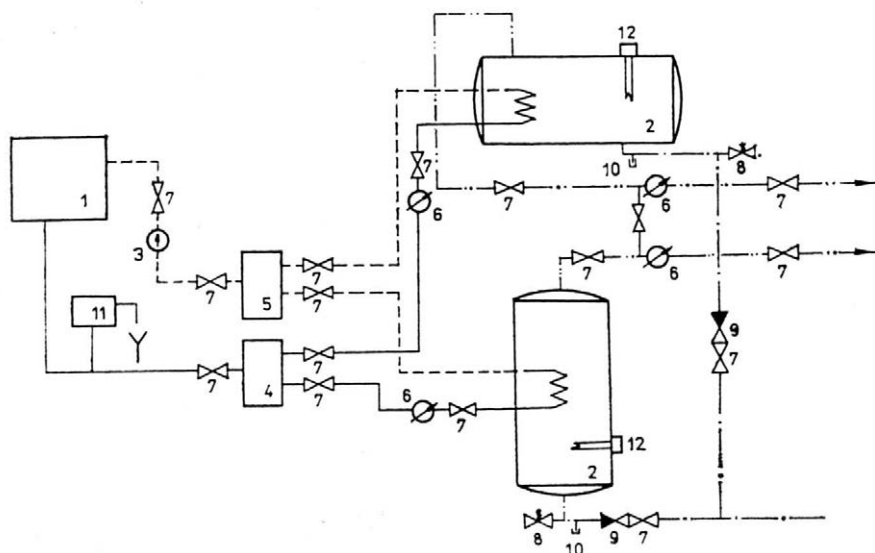
2. Výparník so vzducho-
vodom — An evapora-
tor with air duct



3. Schéma prívodu vzduchu k výparníkom tepelného čerpadla (1 — tepelné čerpadlo, 2 — výparník, 3 — vzduchovod, 4 — záklopka, 5 — dojareň, 6 — ustajňovací objekt, 7 — prívod vonkajšieho vzduchu, 8 — prívod vzduchu z ustajňovacieho objektu) — A scheme of air inlet to heat pump evaporators (1 — heat pump, 2 — evaporator, 3 — air duct, 4 — valve, 5 — milking parlour, 6 — stable house, 7 — inlet of the outer air, 8 — inlet of air from the stable)

VZDUCHOTECHNICKÁ ČASŤ

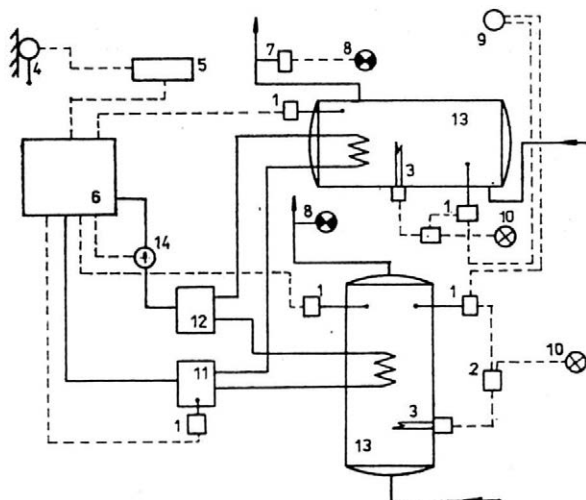
Prívod ohriateho vzduchu z priestoru pod stropom ustajňovacích objektov (obr. 2 a 3) k výparníkom tepelného čerpadla zabezpečujú tepelne izolované vzduchovody. V ich spodnej časti v mieste pred výparníkmi sú zabudované záklopky zabezpečujúce (v letnom období, keď sú dojnice vo výbehoch a teplota okolitého vzduchu je spravidla vyššia ako teplota vzduchu v ustajňovacom priestore) nasávanie okolitého vonkajšieho vzduchu do výparníkov tepelného čerpadla. V tom čase neprechádza cez výparníky agresívny maštalný vzduch.



4. Schéma prípravy teplej úžitkovej vody (1 — tepelné čerpadlo, 2 — kombinovaný ohrievač vody, 3 — cirkulačné čerpadlo, 4 — rozdeľovač, 5 — zberač, 6 — jednotkový vodoměr, 7 — uzatvárací ventil, 8 — poistný ventil, 9 — spätný ventil, 10 — vypúšťací kohút, 11 — expanzná nádoba, 12 — elektrické vyhrievacie teleso) — A scheme of service warm water production (1 — heat pump, 2 — combined water heater, 3 — circulating pump, 4 — divider, 5 — header, 6 — single-inlet water meter, 7 — closing valve, 8 — safety valve, 9 — check valve, 10 — discharge cock, 11 — expansion tank, 12 — electric heating element)

———— vykurovacia voda — heating water
 ----- ochladená vykurovacia voda — cooled heating water
 teplá úžitková voda — service warm water
 - - - - - studená voda — cold water

5. Regulácia ohrevu úžitkovej vody (1 — termostat, 2 — stykač, 3 — elektrické vyhrievacie teleso, 4 — snímač teploty vzduchu v ustajňovacom objekte, 5 — regulátor, 6 — tepelné čerpadlo, 7 — havarijný termostat, 8 — červené signálne svetlo (porucha), 9 — spínacie hodiny riadené kryštálom, 10 — biele signálne svetlo (elektrický ohrev), 11 — rozdeľovač, 12 — zberač, 13 — zásobník, 14 — obehové čerpadlo — Regulation of service water heating (1 — thermostat, 2 — contactor, 3 — electric heating element, 4 — air temperature sensing unit in the stable house, 5 — regulator, 6 — heat pump, 7 — emergency thermostat, 8 — red signal light (defect), 9 — crystal-controlled switch clock, 10 — white signal light (electric heating), 11 — divider, 12 — header, 13 — storage tank, 14 — circulating pump)



ZDRAVOTNO-TECHNICKÁ ČASŤ

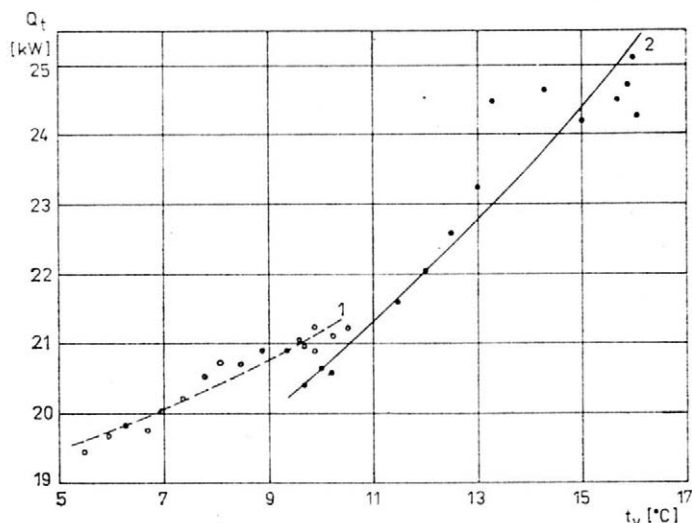
Zdravotno-technická časť sa skladá z dvoch kombinovaných ohrievačov typu T-06-K/I. Jeden zásobník je v prevedení na stojato a druhý na ležato (obr. 4). Ohrievače sú vybavené odporovými vyhrievacími telesami. V každom zásobníku sú tri vyhrievacie telesá, každé s výkonom 6 kW/380 V, ktoré zabezpečia ohrievanie vody v prípade havárie či údržby tepelného čerpadla, alebo počas extrémnych klimatických podmienok.

ČASŤ ELEKTRO, MERANIE A REGULÁCIA

Silový rozvádzač je vybavený samostatným dvojtarifným meraním spotreby elektrickej energie systému a elektromerom na meranie spotreby tepelného čerpadla. Čas prevádzky vyhrievacích telies sa meria počítadlami prevádzkových hodín.

Celý systém má automatickú reguláciu (obr. 5) prípravy teplej úžitkovej vody.

6. Priebeh vykurovacích výkonov v závislosti od teploty vzduchu vstupujúceho do výparníka (1 — meranie č. 1, 2 — meranie č. 2) — Heating outputs in dependence on the temperature of air coming to the evaporator (1 — measurement No. 1, 2 — measurement No. 2)



$\tau_{\text{SEČ}}$ [h]	t_{w1}	t_{w2}	t_{w3}	t_k	t_v	$V_w \cdot 10^{-3}$ [m ³ · s ⁻¹]	$Q_p \cdot 10^3$ [W]	Q_t [W]	ε [%]
	[°C]								
14.20	16,6	38,0	15,0	40	10,5	—	—	—	—
14.35	17,9	39,2	16,4	42	10,2	0,215	7,3	21 138	2,89
14.50	19,5	40,6	17,8	45	9,9	0,218	7,6	21 232	2,79
15.05	20,5	41,1	19,4	46	9,9	0,220	7,6	20 919	2,75
15.20	22,0	42,4	20,7	47	9,7	0,223	7,9	20 998	2,65
15.35	23,5	44,8	22,3	47	9,6	0,214	8,0	21 040	2,63
15.50	25,1	46,0	23,7	49	9,3	0,217	8,0	20 934	2,61
16.05	26,6	47,0	25,3	50	8,9	0,222	8,3	20 904	2,51
16.20	28,1	49,6	26,7	50	8,5	0,209	8,5	20 741	2,44
16.35	29,5	50,4	28,1	51	8,1	0,215	8,4	20 741	2,46
16.50	30,2	50,7	29,6	52	7,8	0,217	8,5	20 533	2,41
17.05	32,3	52,1	31,0	54	7,4	0,221	8,7	20 198	2,32
17.20	35,1	55,1	32,6	56	7,0	0,217	8,9	20 033	2,25
17.35	36,7	56,6	34,1	57	6,7	0,215	8,9	19 749	2,21
17.50	38,1	58,5	35,7	59	6,3	0,211	9,0	19 868	2,20
18.05	39,8	60,3	37,3	60	6,0	0,208	9,0	19 682	2,18
18.20	40,5	60,4	38,9	61	5,5	0,212	9,0	19 473	2,16

Výsledky meraní ohrevu vody tepelným čerpadlom pri reprezentatívnych teplotách vzduchu vstupujúceho do výparníka a vypočítané hodnoty vykurovacieho faktoru sú uvedené v tab. I a II. Priebehy vykurovacích výkonov v závislosti od teplot vzduchu vstupujúceho do výparníka sme spracovali podľa skutočných hodnôt metódou najmenších štvorcov (obr. 6). Porovnanie vykurovacích výkonov s údajmi výrobcu je v tab. III. Namerané a vypočítané hodnoty parametrov hodnotenia systému s tepelným čerpadlom sú v tab. IV. Namerané hodnoty reprezentatívnych teplôt vody pri vypúšťaní z ohrievačov sú v tab. V a VI.

ZHODNOTENIE

Metodickým zámerom zhodnotenia systému v prevádzkových podmienkach bolo stanovenie komplexu parametrov v sledovanom období, kedy sú reprezentatívne teploty vzduchu vstupujúceho do výparníka nižšie a pohybujú sa od +5 do +15 °C. Vykurovací výkon pri teplote vzduchu +16 °C presiahol hodnotu 25 kW a tepelné čerpadlo pracovalo v tomto režime s vykurovacím faktorom 3,2.

Pri porovnaní vykurovacích výkonov s údajmi výrobcu sme zistili, že so stúpajúcou teplotou vzduchu dosahuje vykurovací výkon hodnoty o 1,3 až 1,8 kW nižšie, naopak pri nižších teplotách vzduchu sa dosahuje vykurovací výkon o 1,7 až 4,0 kW vyšší. Tieto rozdiely možno vysvetliť tak, že na rozdiel od výrobcu sme v prevádzkových podmienkach nemohli namerať hodnoty vykurovacích výkonov pri konštantnej teplote vzduchu, ktorý vstupoval do výparníka.

II. Výsledky meraní ohrevu vody tepelným čerpadlom — meranie č. 2 (11. 5. 1988)
— Measurement results of the heat pump water heating — measurement 2
(11/5/1988)

τ_{SEC} [h]	t_{w1}	t_{w2}	t_{w3}	t_k	t_v	$V_w \cdot 10^{-3}$ [m ³ · s ⁻¹]	$Q_p \cdot 10^3$ [W]	Q_t [W]	ε [1]
	[°C]								
18.30	17,7	41,5	14,5	39	16,5	—	—	—	—
18.45	19,3	43,2	15,5	41	16,1	0,235	7,5	25 274	3,23
19.00	21,0	45,3	17,3	44	16,0	0,224	7,8	25 125	3,22
19.15	22,4	46,5	18,9	45	15,9	0,230	7,8	24 737	3,17
19.30	23,7	47,9	20,5	47	15,7	0,222	8,1	24 575	3,03
19.45	25,1	49,4	22,3	48	15,0	0,216	8,1	24 228	2,99
20.00	26,7	51,1	23,9	50	14,3	0,219	8,4	24 665	2,93
20.15	28,8	52,7	25,3	53	13,3	0,222	8,4	24 491	2,91
20.30	30,8	54,8	27,0	54	13,0	0,210	8,7	23 264	2,67
20.45	33,0	56,3	28,8	55	12,5	0,210	9,0	22 585	2,50
21.00	31,2	54,4	30,4	54	12,0	0,206	8,7	22 060	2,53
21.15	33,0	55,1	32,1	55	11,5	0,212	8,7	21 626	2,48
21.30	34,5	55,5	33,4	55	10,5	0,219	9,0	21 228	2,35
21.45	36,2	55,7	35,1	55	10,2	0,229	8,9	20 612	2,31
22.00	37,9	57,1	36,7	57	10,0	0,233	9,1	20 649	2,26
22.15	38,7	57,9	38,5	58	9,7	0,230	9,3	20 383	2,19

Pri porovnaní priemerného vykurovacieho faktoru celého systému $\bar{\varepsilon}_{TC} = 2,38$ s minimálnym vykurovacím faktorom (Dvořák a i., 1987), kde $\bar{\varepsilon}_{TC} = 2,26$ na rok 2000 pre tepelné čerpadlo s pohonom na elektromotor so zreteľom k spoločenským nákladom na energiu a palivá, vidíme, že tepelné čerpadlo bude pracovať ekonomicky po celý čas svojej životnosti.

Množstvo ušetrenej elektrickej energie, 250 GJ za rok, znamená ročnú úsporu spoločenských nákladov 25 121 Kčs. Napriek tomu, že súhrnná ekonomická efektívnosť dosahuje hodnotu 2,59 Kčs · KČs⁻¹, čas návratnosti vynaložených prostriedkov nedosahuje ani polovicu času používania zariadenia.

Pri vypúšťaní ohriatej úžitkovej vody zo zásobníkov sme zistili, že na akumuláciu teplej úžitkovej vody do teploty 41 °C je vhodné používať zásobníky na stojato, ktoré

III. Porovnanie vykurovacích výkonov tepelného čerpadla LV-20S — Comparison of the heating outputs of the LV-20S heat pump

t_v [°C]		Q_t [kW]	
		údaj výrobcu	nameraná hodnota
+ 5	(meranie č. 1)	15,5	19,5
+ 10	(meranie č. 1)	23,0	21,2
+ 10	(meranie č. 2)	19,0	20,7
+ 15	(meranie č. 2)	25,5	24,2

IV. Namerané a vypočítané hodnoty parametrov hodnotenia systému s tepelným čerpadlom — Measured and calculated values of evaluation parameters of the heat pump system

Parameter	Označenie	Hodnota	Jednotka
Celkový objem pretečenej vykurovacej vody	V_{wc}	2638,374	m ³
Priemerný rozdiel teplôt medzi vykurovacou a ochladenou vodou	$\overline{\Delta t}$	20,52	°C
Čas chodu tepelného čerpadla v sledovanom období	$\Delta \tau_1$	3 021	h
Celková spotreba elektrickej energie	$Q_{p,T\check{C}}$	26 207	kWh
Priemerná spotreba elektrickej energie celého systému	$\overline{Q}_{p,T\check{C}}$	8,67	kW
Priemerný vykurovací výkon	$\overline{Q}_{t,T\check{C}}$	20,68	kW
Priemerný vykurovací faktor	$\overline{\varepsilon}_{T\check{C}}$	2,38	1
Množstvo ušetrenej elektrickej energie	U_e	250	GJ
Merné spoločenské náklady na výrobu elektrickej energie	MSN	0,361	Kčs.kWh ⁻¹
Tarifa pre odberateľa	T_f	0,52	Kčs.kWh ⁻¹
Čas používania	τ_p	14	rok
Úspora spoločenských nákladov	U_{SN}	25 121,74	Kčs.rok ⁻¹
Prínosy pre užívateľa v čase používania	U_s	506 610,25	Kčs
Celkové náklady na zavedenie systému a prevádzku v čase používania	N	195 050	Kčs
Súhrnná ekonomická efektívnosť	e	2,59	Kčs.Kčs ⁻¹
Čas návratnosti	d	5,39	rok

V. Vypúšťanie zásobníka na stojato — Discharge of a vertical storage tank

Vypustený objem V [m ³]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Teplota vody	1	41	41	41	41	41	37	21	17
t_{w4} [°C]	2	41	41	41	41	41	40	36	20

1 — vypúšťanie pri prietokovom množstve $0,166 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

2 — vypúšťanie pri prietokovom množstve $1,433 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

VI. Vypúšťanie zásobníka na ležato — Discharge of a horizontal storage tank

Vypustený objem V [m ³]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Teplota vody	1	41	41	41	41	39	37	33	26
t_{w4} [°C]	2	41	40	35	31	29	27	25	22

1 — vypúšťanie pri prietokovom množstve $0,166 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

2 — vypúšťanie pri prietokovom množstve $1,433 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

majú v porovnaní s ohrievačmi na ležato konštantný priebeh teploty vypúšťanej vody do vypustenia polovice objemu zásobníka. Pri vypúšťaní vody zásobníka na stojato sme pri prietokovom množstve $1,433 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ namerali nižšie teploty vody ako pri prietokovom množstve $0,166 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pri vypúšťaní zásobníka na ležato bol priebeh teploty priaznivejší pri nižšom prietokovom množstve. Pravdepodobne vzhľadom na nižšiu svetlú výšku ohrievača na ležato v porovnaní s ohrievačom na stojato a na vertikálne rozloženie teploty vody v zásobníku na ležato sa ohriata voda pomieša s pritekajúcou vodou skôr ako v zásobníku na stojato.

K ostatným prínosom, ktoré vyplývajú zo zavedenia systému, patria i skutočnosti, že tepelné čerpadlo nie je zahrnuté do limitu spotreby elektrickej energie pre užívateľa. Okrem toho znamená tepelné čerpadlo úsporu elektrickej energie, t. j. menšie množstvo spalín vznikajúcich pri jej výrobe alebo pri priamom ohreve vody v kotolniach na tuhé či tekuté palivá. Preto je jeho použitie významným príspevkom k ochrane životného prostredia.

ZÁVER

Hodnotenie systému ohrevu úžitkovej vody naznačeným spôsobom umožňuje komplexne posúdiť systémy s tepelnými čerpadlami. Najdôležitejšie parametre hodnotenia sú priemerný vykurovací faktor, množstvo ušetrenej nahradzovanej energie, úspora spoločenských nákladov, prínosy pre užívateľa, súhrnná ekonomická efektívnosť a čas návratnosti vynaložených prostriedkov. Mimoekonomické prínosy tiež čiastočne ovplyvňujú rozhodnutie o zavedení tepelného čerpadla.

Pri projektovaní systémov ohrevu vody je výhodné (pokiaľ to dovoľia dispozičné parametre objektu) používať akumulčné zásobníky na stojato, čo sa potvrdilo do teploty vody 41°C .

Použitie označenie

ε	— vykurovací faktor [1]
Q_t	— vykurovací výkon [W]
Q_p	— spotreba elektrickej energie [W]
c_w	— merná tepelná kapacita vody [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]
q_w	— merná hmotnosť vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
V_w	— objemový prietok vody [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
t_{w1}	— teplota vody vstupujúcej do tepelného čerpadla [$^\circ\text{C}$]
t_{w2}	— teplota vykurovacej vody [$^\circ\text{C}$]
$\Delta\tau$	— čas ohrevu [s]
$\varepsilon_{T\dot{C}}$	— priemerný vykurovací faktor systému [1]
$\overline{Q}_t, T\dot{C}$	— priemerný vykurovací výkon tepelného čerpadla [W]
V_{we}	— celkový objem pretečenej vykurovacej vody [m^3]
Δt_w	— priemerný rozdiel teplôt vody [K]
$\Delta\tau_1$	— čas chodu tepelného čerpadla v sledovanom období [h]
$\overline{Q}_p, T\dot{C}$	— priemerná spotreba elektrickej energie celého systému [kW]
U_e	— množstvo ušetrenej elektrickej energie [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$]
U_{SN}	— úspora spoločenských nákladov [Kčs. rok $^{-1}$]
MSN	— merné spoločenské náklady [Kčs. kWh $^{-1}$]
U_s	— prínosy pre užívateľa počas času využívania [Kčs]
τ_p	— čas používania zariadenia [rok]
T_f	— tarifa, za ktorú je elektrická energia dodávaná odberateľovi [Kčs. kWh $^{-1}$]
ε	— súhrnná ekonomická efektívnosť [Kčs. Kčs $^{-1}$]
N	— celkové náklady na zavedenie systému a prevádzku počas času používania [Kčs]
d	— čas návratnosti [rok]
$Q_{p, T\dot{C}}$	— celková spotreba elektrickej energie celého systému [kWh]
t_{w3}	— teplota vody v zásobníkoch [$^\circ\text{C}$]
t_k	— kondenzačná teplota [$^\circ\text{C}$]
t_v	— teplota vzduchu vstupujúceho do výparníka [$^\circ\text{C}$]
t_{w4}	— teplota vypúšťanej vody [$^\circ\text{C}$]
τ_{SEC}	— čas merania [s]

Literatúra

- CIHELKA, J. et al.: Větrání, vytápění a klimatizace. 3. vyd. Praha 1985.
DVOŘÁK, Z. — KLAZAR, L. — PETRÁK, J.: Tepelná čerpadla. 1. vyd. Praha 1987.
KUBÍN, M.: Teplo efektivněji. Hospod. Nov. (Praha), 1982, s. 2.

Došlo dňa 3. 5. 1989

КУЧА, Я. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Ровинка): Оценка системы подогревания хозяйственной воды тепловым насосом. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 535-544.

Предметом решения было предложение об оценке системы подогрева хозяйственной воды тепловым насосом. Система была осуществлена в ЕСХК Тргове Мыто, на ферме Топоľники. При ее оценке были получены следующие параметры: средний отопительный фактор системы 2,38, количество сэкономленной электрической энергии в год 250 ГДж, экономия общественных затрат 25 121 крон, подытоженная экономическая эффективность 2,59 кроны. кр⁻¹, время возвратимости 5,39 года. Далее сравнивались подогреватели объемом 1,6 м³ в переводе встое и лежа с аспекта температуры выпущенной воды, согретой на 41 °C при вытекающих количествах 0,166 · 10⁻³ с и 1,433 · 10⁻³ м³ · с.

тепловой насос; подогревание хозяйственной воды, средний обогревательный фактор; подытоженная экономическая эффективность; время возвратимости

KUČA, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): Evaluation of a Heat Pump System for Service Water Heating. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 535-544.

A heat pump system for service water heating was projected and evaluated. The system was used on the co-operative farm at Trhové Mýto, on a farm at Topoľniky. Its evaluation brought the following parameters: the average heating factor of the system — 2.38, the amount of electric energy saved per year — 250 GJ, savings of social costs — 25 121 Kčs, total economic effectiveness — 2.59 Kčs · Kčs⁻¹, return rate — 5.39 years. Further, a comparison was made of the horizontal and vertical types of heaters with a volume of 1.6 m³ in view of the temperature of discharged water heated to 41 °C with the discharge capacities of 0.166 · 10⁻³ m³ · s⁻¹ and 1.433 · 10⁻³ m³ · s⁻¹.

heat pump; service water heating; average heating factor; total economic effectiveness; return rate

KUČA, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): Bewertung der Gebrauchswassererwärmung mit Hilfe einer Wärmepumpe. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 535-544.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es die Gebrauchswassererwärmung mit Hilfe einer Wärmepumpe zu bewerten. Das System wurde in der LPG Trhové Mýto auf der Farm in Topoľniky realisiert. Bei seiner Bewertung wurden folgende Parameter erreicht: durchschnittlicher Heizungsfaktor des Systems 2,38, Menge von ersparter Elektroenergie pro Jahr 250 GJ, Ersparnis der gesellschaftliche Kosten 25 121 Kčs, ökonomische Totaleffektivität 2,59 Kčs · Kčs⁻¹, durchschnittliche Rückflussdauer 5,39 Jahre. Es wurden weiterhin stehende und liegende Erwärmer aus der Sicht der Temperatur des abgelassenen Wassers (41 °C) bei einer Ausflussmenge von 0,166 · 10⁻³ m³ · s⁻¹ und von 1,433 · 10⁻³ m³ · s⁻¹ verglichen.

Wärmepumpe; Gebrauchswassererwärmung; durchschnittlicher Heizungsfaktor; ökonomische Totaleffektivität; Rückflussdauer;

Adresa autora:

Ing. Ján Kuča. Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

ZMENA MEDZEROVITOSTI VRSTVY KUKURIČNÝCH ŠÚLKOV POČAS ATMOSFERICKÉHO SUŠENIA

M. Košťan, M. Macháčková, Š. Cagán

KOŠŤAN, M. — MACHÁČKOVÁ, M. — CAGÁN, Š. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Zmena medzerovitosti vrstvy kukuričných šúlkov počas atmosferického sušenia*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9): 545—554.

Zisťovali sme zmenu medzerovitosti vrstvy kukuričných šúlkov počas sušenia v atmosferickej sušiarňi, ktorá bola umiestnená v centre kukuričnej výrobnjej oblasti. Merania sa vykonali pri konštantných technologických parametroch sušiarne u dvoch súčasných hybridov s rozličnými vlastnosťami, pri rôznom počiatočnom podiele vlhkosti zrna a vretena a za konštantných poveternostných podmienok. Medzerovitost sme vyjadrovali zo sypnej hmotnosti a mernej hmotnosti kukuričných šúlkov. Spracovaním a vyhodnotením experimentálnych údajov sme zistili, že medzerovitost vrstvy sa v priebehu atmosferického sušenia mení. Minimum ~50 % dosahuje pri uskladnení a maximum ~54 % pri vlhkosti šúlkov 18 až 19 %, t. j. pri dosiahnutí kritickej vlhkosti. Zväčšovaním medzerovitosti sa znižuje odpor vrstvy voči prúdeniu vzduchu, čo priaznivo ovplyvňuje sušiaci proces. Medzerovitost neodlistených šúlkov je o 5 až 7 % väčšia, čo čiastočne vysvetľuje, prečo je priebeh sušenia odlistených a neodlistených šúlkov približne rovnaký. Overenie tejto skutočnosti umožňuje z linky príjmu vylúčiť stacionárny odlišovač, a tým zvýšiť exploatačné ukazovatele linky príjmu.

atmosferická sušiareň; miera odlistenia; medzerovitost vrstvy; sypná hmotnosť; merná hmotnosť

V posledných rokoch sa sušenie kukuričného zrna stáva aktuálnym problémom. Príčinou je rast výroby kukurice na zrna a čoraz viac obmedzované zdroje energie. So súčasnými požiadavkami na zníženie energetickej náročnosti výroby zrnovej kukurice, ako aj na zvýšenie kvality výsledného produktu, sa zvyšujú požiadavky na uplatnenie technológie zberu a pozberového spracovania kukurice v šúlkoch. Pri zavádzaní tejto technológie je potrebné overiť si priebeh atmosferického sušenia súčasných hybridov a poznať rozhodujúce fyzikálne vlastnosti kukuričných šúlkov, ovplyvňujúce sušiaci proces. Jednou z týchto vlastností je aj medzerovitost vrstvy.

Medzerovitost vrstvy je činiteľom, ktorý má veľký význam v procese sušenia a značne vplyva na odpor vrstvy zrna. Pod medzerovitostou ε_s sa rozumie pomer medzi objemom medzizrnných priestorov a celkovým objemom zrnitého materiálu. Medzerovitost vyjadrujeme vzťahom:

$$\varepsilon_s = \frac{V - V_z}{V} \cdot 100 \% \quad (1)$$

kde: V — celkový objem vrstvy zrna [m^3]
 V_z — objem čistého zrna vo vrstve [m^3]

Všeobecnú definíciu medzerovitosti zrna upravil Koskuba (1963) tak, aby bolo možné medzerovitost ε_s vyjadriť zo sypnej hmotnosti ρ_s a mernej hmotnosti zrna ρ . Došiel k vzťahu:

$$\varepsilon_s = 1 - \frac{\rho_s}{\rho} \quad (2)$$

Korejtko a i. (1965) uvádzajú, že vzťah (2) platí v plnom rozsahu pri konštantnej vlhkosti zrna. Ďalej tvrdia, že pri určovaní medzerovitosti vrstvy zrna sa nesmie zanedbať vplyv vlhkosti na mernú a sypnú hmotnosť. Výsledkom ich výskumu husto siatych obilnín bolo zistenie funkčnej závislosti medzerovitosti obilnej vrstvy od vlhkosti a sypnej hmotnosti ako funkcie dvoch premenných.

Okrem zistenia medzerovitosti podľa vzťahu (2), t. j. zo sypnej a mernej hmotnosti zrna, používa Havelka (1975) pre meranie medzerovitosti vrstvy zrna v laboratórnych podmienkach prístroj založený na princípe izotermickej kompresie. Golik (1961) meral medzerovitosť vrstvy zrna priamym zistením objemu priestoru medzi zrnami s použitím toluénu.

V literatúre nachádzame len orientačné údaje charakterizujúce medzerovitosť vrstvy kukuričného zrna. Analogické údaje pre vrstvu kukurice v šúľkoch súčasných hybridov chýbajú, preto je potrebné zistiť zmenu medzerovitosti vrstvy a jej vplyv na priebeh atmosferického sušenia.

METÓDA

Zmenu medzerovitosti vrstvy kukuričných šúľkov v priebehu sušenia sme zisťovali v atmosférickej sušiarňi v JRD Tvrdošovce, okr. Nové Zámky. Kukurica v šúľkoch sa sušila a skladovala v ohradových paletách so stenami z ohradového pletiva o pôdorysných rozmeroch 1600×1200 mm a výške 1500 mm. Palety sú stohovateľné do výšky 6 m. Stoh pozostáva zo štyroch paliet. Palety sú uložené v radoch pod prístreškom. Deväť paliet umiestnených kratšími stenami pri sebe vytvára rad. Vzdialenosť medzi radmi pri meraní bola 1200 mm. Rady paliet pod prístreškom sú situované v smere prevládajúceho vetra.

POSTUP MERANIA

— Odlistené kukuričné šúľky dvoch hybridov o rôznej veľkosti kukuričných šúľkov sme uskladnili v šiestich paletách po vrchnú hranu, zarovnali a umiestnili po tri do stredu dvoch radov.

— Pre porovnanie sme naplnili z každého meraného hybridu tri palety neodlistených kukuričných šúľkov.

— Stanovili sme priemernú hmotnosť uskladňovanej kukurice.

— Zistili sme priebeh sušenia jednotlivých hybridov (Košťan a i., 1986).

— Merali sme pokles vrstvy skladovaných kukuričných šúľkov, vlhkosť zrna a vretena; zistili sme mernú hmotnosť kukuričných šúľkov a kukuričného zrna v toluéne.

— Stanovili sme priemernú hmotnosť kukuričných šúľkov v palete v čase vyskladňovania.

Medzerovitosť vrstvy kukuričných šúľkov v palete ε_S v čase τ_i ($\tau_i = 1, 2, \dots, n$, kde $i = 1$ zodpovedá času uskladňovania a $i = n$ času vyskladňovania) možno vypočítať zo vzťahu:

$$\varepsilon_{S_i} = \left(1 - \frac{\varrho_{S_i}}{\varrho_i}\right) \cdot 100 \% \quad (3)$$

kde: ϱ_{S_i} sypná hmotnosť kukuričných šúľkov v palete v čase τ_i [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

ϱ_i — merná hmotnosť kukuričných šúľkov v čase τ_i [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

Sypná hmotnosť kukuričných šúľkov v palete ϱ_{S_i} v čase τ_i sa vypočíta ako podiel hmotnosti uskladnených šúľkov v palete m_{S_i} a objemu skladovaných kukuričných šúľkov v palete V_{S_i} ; potom:

$$\varrho_{S_i} = \frac{m_{S_i}}{V_{S_i}} \quad (4)$$

Hmotnosť skladovaných kukuričných šúľkov v palete v čase τ_i sa vypočíta zo vzťahu:

$$m_{s_i} = m_{z_i} + m_{v_i} + m_{l_i} \quad (5)$$

kde: m_{z_i} — hmotnosť zrna v palete v čase τ_i [kg]
 m_{v_i} — hmotnosť vretien v palete v čase τ_i [kg]
 m_{l_i} — hmotnosť listenov v palete v čase τ_i [kg]

Hmotnosť listenov v palete pri miere oddistenia 85 až 95 % možno zanedbať, t. j. $m_{l_i} = 0$.

Pri vyskladňovaní v čase τ_i (kde $i = n$) z nameraných hmotností zrna šúľku m'_{z_n} a z hmotnosti prislúchajúcich celých šúľkov m'_{s_n} sa vypočíta výťažnosť zrna v_n :

$$v_n = \frac{m'_{z_n}}{m'_{s_n}} \quad (6)$$

V čase τ_i sa hmotnosť zrna v palete m_{z_i} s vlhkosťou ω_{z_i} a hmotnosť vretien v palete m_{v_i} s vlhkosťou ω_{v_i} vypočíta zo zistenej výťažnosti zrna v_n v čase τ_n pri vyskladňovacej vlhkosti zrna ω_{z_n} a vretena ω_{v_n} a zistenej hmotnosti skladovaných šúľkov v palete m_{s_n} pomocou rovníc vychádzajúcich zo zákona o zachovaní hmoty:

$$m_{z_i} \cdot (100 - \omega_{z_i}) = m_{z_n} \cdot (100 - \omega_{z_n}) \quad (7)$$

$$m_{v_i} \cdot (100 - \omega_{v_i}) = m_{v_n} \cdot (100 - \omega_{v_n}) \quad (8)$$

Po dosadení vzťahu (6) do vzťahu (7) a (8) a úpravách bude hmotnosť zrna v palete a hmotnosť vretien v palete v čase τ_i :

$$m_{z_i} = \frac{\left(m_{s_n} \cdot \frac{m'_{z_n}}{m'_{s_n}}\right) \cdot (100 - \omega_{z_n})}{100 - \omega_{z_i}} \quad (9)$$

$$m_{v_i} = \frac{\left[m_{s_n} - \left(m_{s_n} \cdot \frac{m'_{z_n}}{m'_{s_n}}\right)\right] \cdot (100 - \omega_{v_n})}{100 - \omega_{v_i}} \quad (10)$$

Rovnice (9) a (10) sme dosadili do vzťahu (5) a vypočítali sme hmotnosť skladovaných šúľkov v palete m_{s_i} v čase τ_i .

V čase τ_i sme vypočítali objem skladovaných kukuričných šúľkov v palete V_{s_i} :

$$V_{s_i} = a \cdot b \cdot (h - l_i) \quad [\text{m}^3] \quad (11)$$

kde: a — dĺžka palety [m]
 b — šírka palety [m]
 h — maximálna výška uskladnenia kukuričných šúľkov [m]
 l_i — pokles vrstvy kukuričných šúľkov v palete [m]

V čase τ_i sme z nameraných hodnôt hmotností jednotlivých šúľkov m'_{s_i} a prislúchajúcich objemov jednotlivých šúľkov V'_{s_i} vypočítali mernú hmotnosť kukuričných šúľkov:

$$\rho_i = \frac{m'_{s_i}}{V'_{s_i}} \quad (12)$$

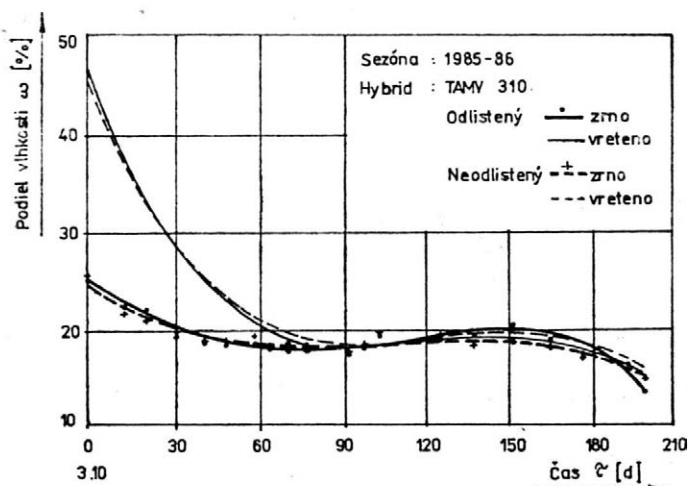
Vzťah (5) a (11) sme dosadili do rovnice (4) a vypočítali sme sypnú hmotnosť kukuričných šúľkov v palete v čase τ_i ; potom sme vzťah (4) a (12) dosadili do rovnice (3) a vypočítali sme medzerovitost' ε_{s_i} v čase τ_i .

VÝSLEDKY

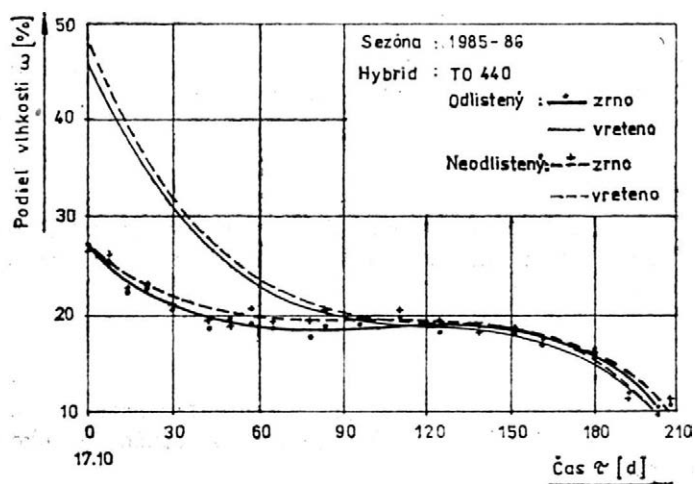
Zmena medzerovitosti vrstvy kukuričných šúľkov počas atmosferického sušenia bola zisťovaná pri hybridoch TAMV 310 a TO 440. Charakteristika kukuričných šúľkov týchto hybridov je uvedená v tab. I.

Ukazovateľ	Hybrid	
	TAMV 310	TO 440
Dátum začiatku zberu	3. 10. 1985	17. 10. 1985
Priemerná dĺžka šúľku [mm]	168	180
Priemerný stredný priemer šúľku [mm]	45	48
Zberová vlhkosť ω zrna [%]	25–26	27–28
vreteno [%]	48–49	44–47

Priaznivý priebeh atmosferického sušenia, t. j. závislosť podielu vlhkosti kukuričného zrna ω_z a vretena ω_v od času τ , s rozdelením na odlistené a neodlizené vretená je na obr. 1 a 2.



1. Priebeh atmosferického sušenia kukuričných šúľkov — The course of atmospheric drying of maize spadices



2. Priebeh atmosferického sušenia kukuričných šúľkov — The course of atmospheric drying of maize spadices

II. Priemerná hmotnosť kukuričných šúlkov v palete pri uskladňovaní m_{si} v čase τ_i (kde $i = 1$, sezóna 1985—1986) — The average weight of maize spadices in a pallet at storing m_{si} in time τ_i ($i = 1$, 1985—1986 season)

Hybrid		Podiel vlhkosti ω [%]		Priemerná hmotnosť šúlkov v palete m_{si} [kg]
		zrno	vreteno	
TAMV 310	odlistený	24,82	48,26	1242
	neodlistený	25,13	48,24	1050
TO 440	odlistený	27,67	44,23	1224
	neodlistený	27,10	46,63	1070

SYPNÁ HMOTNOSŤ KUKURIČNÝCH ŠÚLKOV

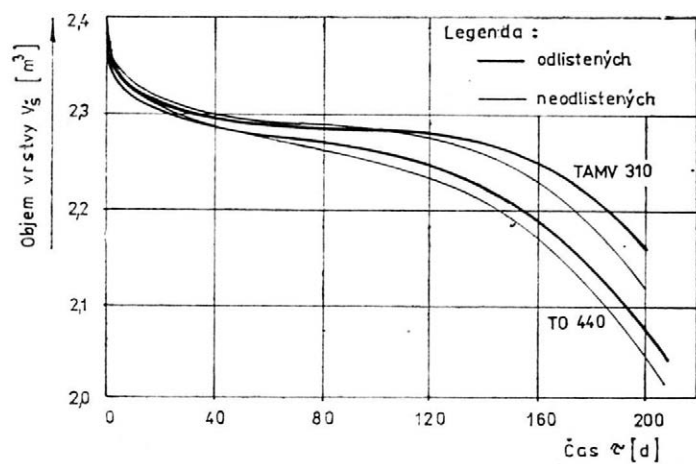
Pre stanovenie sypnej hmotnosti kukuričných šúlkov ρ_{si} sme merali priemernú hmotnosť kukuričných šúlkov v palete pri uskladňovaní m_{si} a vyskladňovaní m_{sn} (tab. II, III) a sledovali pokles vrstvy skladovaných šúlkov v palete počas atmosferického sušenia. Vypočítaná zmena objemu vrstvy skladovaných hybridov kukuričných šúlkov je znázornená na obr. 3.

Z priebehu závislostí vyplýva, že pri priaznivom priebehu atmosferického sušenia je zmena objemu v prvom úseku sušenia (0—20 dní) všetkých hybridov (odlistených i neodlistených) výrazná. V ďalšom časovom intervale je zmena objemu meraných hybridov veľmi malá. Približne po 120 až 140 dňoch atmosferického sušenia sa výrazne prejavujú odlišnosti v zmene objemu vrstvy jednotlivých skladovaných hybridov. Pokles vrstvy a zmena objemu vrstvy kukuričných šúlkov je tým menšia, čím sú rozmery skladovaných šúlkov menšie, čím je menší rozdiel medzi uskladňovacou a vyskladňovacou vlhkosťou a čím vyššia je miera odlistenia kukuričných šúlkov.

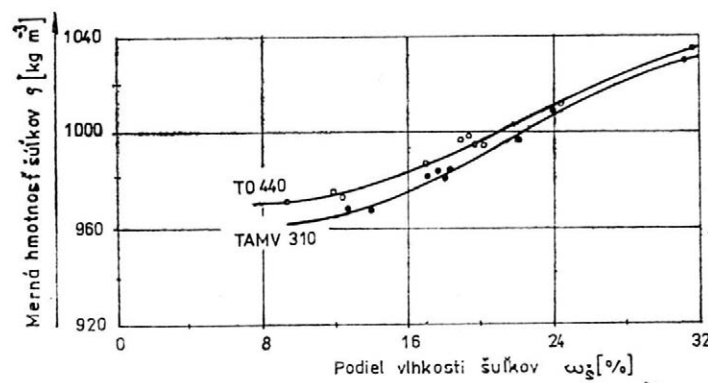
Zo závislostí (obr. 3) sa dá konštatovať, že zmena objemu vrstvy šúlkov hybridov neodlistených od začiatku atmosferického sušenia až po posledný úsek sušenia je približne rovnaká ako u kukuričných šúlkov odlistených. V poslednom úseku od ~ 120. dňa až do ukončenia sušiacieho procesu je zmena objemu vrstvy neodlistených kukuričných šúlkov podstatne väčšia.

III. Priemerná hmotnosť kukuričných šúlkov v palete pri vyskladňovaní m_{sn} v čase τ_i (kde $i = n$, sezóna 1985—1986) — The average weight of maize spadices in a pallet at a removal from store m_{sn} in time τ_i ($i = n$, 1985—1986 season)

Hybrid		Podiel vlhkosti ω [%]		Priemerná hmotnosť šúlkov v palete m_{sn} [kg]
		zrno	vreteno	
TAMV 310	odlistený	14,40	14,33	1006
	neodlistený	14,52	14,20	855
TO 440	odlistený	10,63	12,39	938
	neodlistený	11,84	11,37	935



3. Zmena objemu vrstvy skladovaných kukuričných šúľkov v palete počas atmosferického sušenia (sezóna 1985—1986) — Change in the volume of a maize spadix layer stored in a pallet during atmospheric drying (1985—1986 season)



4. Zmena mernej hmotnosti kukuričných šúľkov počas atmosferického sušenia v závislosti od ich vlhkosti (sezóna 1985—1986) — Changes in the course of atmospheric drying in dependence on their moisture content (1985—1986 season)

MERNÁ HMOTNOSŤ KUKURIČNÝCH ŠÚLKOV

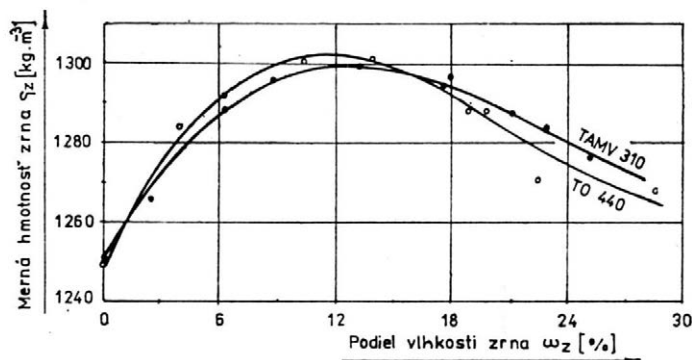
Ako vyplýva zo vzťahu (3) pre výpočet medzerovitosti vrstvy v palete ε_s v čase τ_i , bolo potrebné zistiť mernú hmotnosť kukuričných šúľkov. Zistená zmena mernej hmotnosti kukuričných šúľkov je graficky znázornená na obr. 4.

Pre porovnanie zmeny mernej hmotnosti šúľku v závislosti od jeho vlhkosti sa v priebehu atmosferického sušenia zistovala aj merná hmotnosť kukuričného zrna hybridov TAMV 310 a TO 440. Zmena mernej hmotnosti kukuričného zrna uvedených hybridov je znázornená na obr. 5. Z porovnania zmeny merných hmotností šúľku a zrna v závislosti od ich vlhkosti (obr. 4 a 5) vyplýva, že priebeh mernej hmotnosti šúľku je iný ako pri mernej hmotnosti zrna. Merná hmotnosť kukuričných šúľkov sa v prvom úseku atmosferického sušenia znižuje a v druhom úseku, keď šúľok dosiahne vlhkosť 16 %, je približne konštantná. Merná hmotnosť kukuričného zrna v prvom úseku sušenia sa zvyšuje, pri vlhkosti 11 až 13 % dosahuje maximum a potom sa s klesajúcou vlhkosťou znižuje. Rozdiel v priebehu merných hmotností v závislosti od vlhkosti sa dá vysvetliť zložitou kukuričného šúľku zloženého z dvoch hlavných častí (zrno, vreteno), ktorých vlastnosti sa diametrálne líšia a ich vzájomný hmotnostný pomer sa sušením mení.

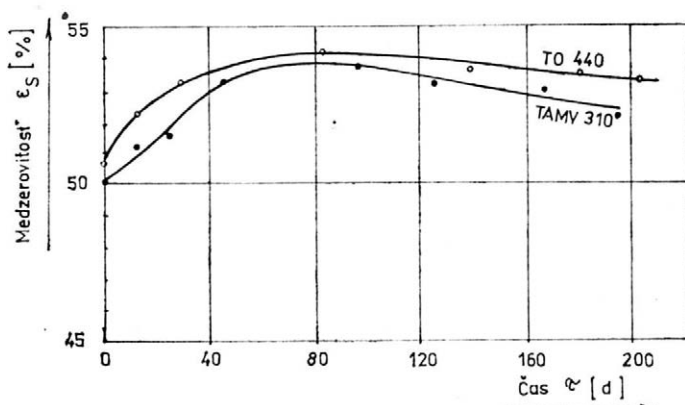
MEDZEROVITOSŤ VRSTVY KUKURIČNÝCH ŠÚLKOV

Zmena medzerovitosti vrstvy odlistených kukuričných šúľkov v palete v závislosti od času počas atmosferického sušenia hybridov TAMV 310 a TO 440, vypočítaná podľa vzťahu (3), je znázornená na obr. 6. V prvom úseku (0—60 dní) sa medzerovitost vrstvy

5. Zmena mernej vlhkosti kukuričného zrna v závislosti od jeho vlhkosti (sezóna 1985—1986) — Change in the specific weight of maize grain in dependence on its moisture content (1985—1986 season)



6. Zmena medzerovitosti vrstvy kukuričných šúľkov v závislosti od času počas atmosferického sušenia (sezóna 1985—1986) — Changes in the gap rate of maize spadix layer in dependence on the time of atmospheric drying (1985—1986 season)



kukuričných šúľkov obidvoch hybridov zväčšuje, a to z 50 % na 54 %, a v druhom úseku sušenia až po dobu vyskladňovania mierne klesá.

Zmenu medzerovitosti vrstvy kukuričných šúľkov tých istých hybridov v závislosti od ich vlhkosti počas atmosferického sušenia možno sledovať na obr. 7. Z priebehu závislostí vidieť, že medzerovitost vrstvy šúľkov so znižovaním vlhkosti šúľkov, t. j. so znižovaním vlhkosti zrna a vretena, sa pri obidvoch skúmaných hybridoch zväčšuje. Po dosiahnutí vlhkosti 18 až 19 % dosahuje medzerovitost vrstvy kukuričných šúľkov maximum.

Z nameraných hodnôt a z priebehu závislostí vyplýva, že medzi medzerovitostou vrstvy kukuričných šúľkov a uvedenými veličinami (časom a vlhkosťou kukuričných šúľkov) neexistuje funkčná závislosť.

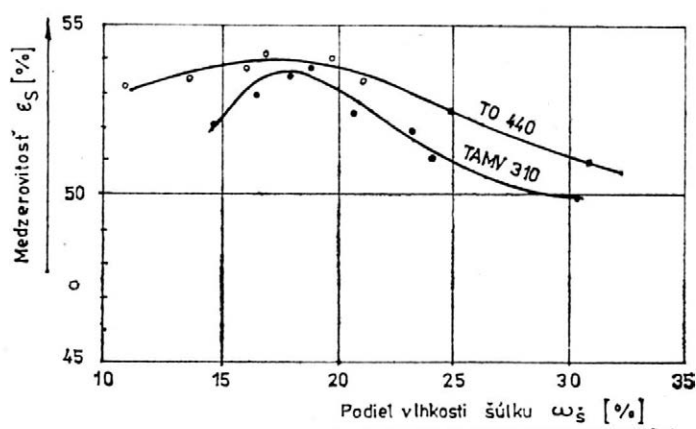
VPLYV MIERY ODLISTENIA NA MEDZEROVITOSŤ

Medzerovitost vrstvy neodlistených kukuričných šúľkov v palete hybridov TAMV 310 a TO 440 bola zisťovaná len pri uskladňovaní a vyskladňovaní paliet (tab. IV).

Z tabuľky vyplýva, že medzerovitost vrstvy úplne neodlistených kukuričných šúľkov obidvoch hybridov je na začiatku a na konci atmosferického sušenia približne rovnaká ($\sim 57\%$). Pri porovnaní s medzerovitostou vrstvy odlistených kukuričných šúľkov je na začiatku atmosferického sušenia o $\sim 7\%$ väčšia a na konci sušenia o 4 až 5 % väčšia.

DISKUSIA

Atmosferické sušenie kukurice v šúľkoch má u nás v kukuričnej oblasti dlhodobú tradíciu, no napriek tomu nie sú známe podrobnejšie rozboru tejto problematiky. U hybri-



7. Zmena medzerovitosti vrstvy kukuričných šúľkov v závislosti od vlhkosti šúľkov (sezóna 1985—1986) — Changes in the gap rate of maize spadix layer in dependence on the spadix moisture content (1985—1986 season)

dov v súčasnosti používaných sú stanovené vstupné limitujúce podmienky pre uskladňovanie kukuričných šúľkov, ako aj termín uskladňovania, aby bol dosiahnutý vyhovujúci priebeh atmosferického sušenia v našich klimatických podmienkach (Koštan a i., 1986). Nie je však známe, ako sušiaci proces ovplyvňuje medzerovitost vrstvy, ktorá je jednou zo základných charakteristík obilnej hmoty.

Zo spracovania experimentálnych údajov zisťujeme, že medzerovitost vrstvy sa v priebehu atmosferického sušenia mení. U hybridov kukurice TAMV 310 a TO 440, ktoré sú charakteristické pre súčasné hybridy (veľkosť šúľkov, výťažnosť zrna, skorosť dozrievania), dosahuje medzerovitost vrstvy maximum pri vlhkosti šúľkov 18 až 19 %. Je to v čase, keď sa dosiahne vlhkosť kritická, t. j. kritický bod oddeľujúci úsek stálej rýchlosti sušenia a úsek klesajúcej rýchlosti sušenia. Vlhkosť šúľku ako aj jeho jednotlivých častí sa neznižuje, ale sa v určitom rozmedzí mení v závislosti od relatívnej vlhkosti vzduchu. Na jar, keď sa vlhkosť kukuričných šúľkov opäť znižuje, medzerovitost mierne klesá.

Zväčšovanie medzerovitosti v prvom úseku sušenia, keď vlhkosť a rýchlosť znižovania vlhkosti v závislosti od času exponenciálne klesá, priaznivo ovplyvňuje sušiaci proces. Zväčšovaním medzerovitosti sa znižuje odpor vrstvy voči prúdeniu vzduchu. Je treba upozorniť na skutočnosť, že uvedená zmena medzerovitosti vrstvy od vlhkosti kukuričných šúľkov platí len pre atmosferické sušenie. Pri vyššej rýchlosti sušenia bude zmena medzerovitosti v závislosti od vlhkosti kukuričných šúľkov iná. Je to vysvetliteľné

IV. Medzerovitost vrstvy neodlistených kukuričných šúľkov v palete na začiatku a na konci atmosferického sušenia — The gap rate of a layer of unhusked maize spadices in a pallet at the beginning and at the end of atmospheric drying

Hybrid	Dátum	Podiel vlhkosti šúľku ω_s [%]	Hmotnosť šúľkov v palete m_s [kg]	Objem skladovaných šúľkov V_s [m ³]	Merná hmotnosť šúľkov ρ [kg]	Medzerovitost ε_s [%]
TAMV 310	3. 10. 85	30,72	1050	2,401	1092,8	57,54
	15. 4. 86	14,78	855	2,099	947,1	56,99
TO 440	17. 10. 85	32,07	1070	2,401	1040,9	57,18
	13. 5. 86	10,54	835	2,027	961,5	57,16

rozdielnym priebehom vlhkosti kukuričného zrna a vretena. Medzerovitost' vrstvy kukuričných šúľkov (50—54 %) je podstatne väčšia ako medzerovitost' kukuričného zrna (36—42 %) (Golík, 1961). Zistené hodnoty medzerovitosti kukuričných šúľkov sa približne zhodujú s hodnotami uvádzanými týmto autorom, napriek tomu, že skúmal staršie hybridy vyznačujúce sa nižšou výťažnosťou zrna, použil inú metodiku a neudáva vlhkosť šúľkov, pri ktorých merania vykonal.

V prevádzkových podmienkach má na medzerovitost' vplyv miera odlistenia kukuričných šúľkov a množstvo odmrveného zrna. Zistili sme, že listene na šúľku zväčšujú medzerovitost' vrstvy (z 50 na 57 %). Táto skutočnosť priaznivo ovplyvňuje priebeh atmosferického sušenia. Tým sa dá čiastočne vysvetliť, prečo sa priebeh sušenia odlistených a neodlistených šúľkov pri dodržaní vstupných limitujúcich podmienok líši len minimálne. Na základe týchto záverov a priebehu atmosferického sušenia kukurice v šúľkoch i analýzy kvalitatívnych ukazovateľov expedovaného produktu (Košťan, 1987) možno z linky príjmu vylúčiť stacionárny doodlistovač. Tým sa zvýšia exploatačné ukazovatele linky príjmu a zmenší sa obsah odmrveného zrna v skladovaných kukuričných šúľkoch, ktoré znižuje medzerovitost' vrstvy a nepriaznivo ovplyvňuje sušiaci proces.

Literatúra

- GOLIK, M. G.: Naučnyje osnovy chranenija i obrabotki kukuruzy. Moskva, Akademiya Nauk ZSSR 1961. 347 s.
- HAVELKA, J.: Výskum konzervácie zrn obilnín. [Záverečná výskumná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1975. 183 s.
- KOSKUBA, K.: Medzerovitost' zrna. Zeměd. Techn., 9, 1963, č. 2, s. 87-92.
- KOREJTKO, J. — SELVEK, A. — ŠKULAVÍK, L.: Medzerovitost' obilnej hromady. Zeměd. Techn. 10, 1965, č. 2, s. 101-106.
- KOŠTAN, M. — MACHÁČKOVÁ, M. — CAGÁŇ, Š.: Priebeh atmosferického sušenia kukurice v šúľkoch v prevádzkových podmienkach. Zeměd. Techn., 32, 1986, č. 11, s. 643-651.
- KOŠTAN, M.: Technológia pozberového spracovania kukuričných šúľkov atmosferickým sušením. [Kandidátska dizertačná práca.] Rovinka 1987. 143 s. — Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky.

Došlo dňa 3. 5. 1989

КОШТЯН, М. — МАХАЧКОВА, М. — ЦАГАНЬ, Ш. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Rovinka): Изменение пустотности слоя кукурузных початков в период атмосферной сушки. Земěд. Techn., 35, 1989 (9) : 545-554.

Мы определяли изменение пустотности слоя кукурузных початков в период сушки в атмосферной сушилке, которая помещалась в центре кукурузной производственной области. Измерения проводились при константных технологических параметрах сушилки у двух современных гибридов с различными свойствами, при разной начальной доле влажности зерна и початка и при константных атмосферных условиях. Пустотность мы выразили из насыпной массы и измеряемой массы кукурузных початков. Обработкой и оценкой экспериментальных данных мы установили, что пустотность слоя в период атмосферной сушки меняется. Минимум 50 % достигает при хранении и максимум 54 % при влажности початков 18—19 %, т. е. при достижении критической влажности. Увеличением пустотности понижается сопротивление слоя по отношению проникания воздуха, что благоприятно влияет на сушильный процесс. Пустотность не очищенных от листьев початков больше на 5—7 %, что частично объясняет почему процесс сушки очищенных от листьев и неочищенных початков приблизительно одинаков. Обследование этой действительности позволяет и из линии приема исключить стационарный очиститель листьев и тем повысить эксплуатационные показатели линии приема.

атмосферическая сушилка; измерение очистки листьев; пустотность слоя; насыпная масса; измерительная масса

KOŠTAN, M. — MACHÁČKOVÁ, M. — CAGÁŇ, Š. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *Changes in the Gap Rate of a Maize Spadix Layer during Atmospheric Drying*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 545-554.

Changes were studied in the gap rate of a maize spadix layer during drying in an atmospheric drier located in the centre of a maize production area. Measurements were made with constant technological parameters of the drier in two current hybrids with different properties, with different initial grain and spike moisture contents and with constant weather conditions. The gap rate was expressed on the basis of bulk weight and specific weight of maize spadices. Through processing and evaluation of the experimental data it was found out that in the course of drying the layer's gap rate is changing. The minimum of about 50 % is reached at storing, and the maximum of about 54 % with spadix moisture content of 18 to 19 %, i. e. upon reaching the critical moisture. Increasing the gap rate reduces the layer's resistance to the air flow, which has a favourable effect on the drying process. The gap rate of non-husked spadices is higher by 5 to 7 %; this explains much the same course of drying of husked and non-husked spadices. Verification of this fact makes it possible to eliminate a stationary husker from the input line and to increase the exploitation parameters of the input line.

atmospheric drier; husking rate; gap rate of the layer; bulk weight; specific weight

KOŠTAN, M. — MACHÁČKOVÁ, M. — GAGÁŇ, Š. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): *Veränderung der Lückenhaftigkeit der Maiskolbenschiicht während der atmosphärischen Trocknung*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 545-554.

Wir untersuchten die sich verändernde Lückenhaftigkeit der Maiskolbenschiicht während der Trocknung in einer sog. atmosphärischen Trocknungskammer im Zentrum eines Maisanbaugebietes. Die Messungen wurden unter konstanten technologischen Parametern der Trocknungskammer bei zwei Hybriden mit unterschiedlichen Eigenschaften, bei einer unterschiedlichen Anfangsfeuchtigkeit des Kornes und des Kolbens und unter konstanten Witterungsbedingungen durchgeführt. Die Lückenhaftigkeit wurde anhand des Schüttgewichtes und des spezifischen Gewichtes der Maiskolben ermittelt. Anhand der Verarbeitung und Auswertung der ermittelten Versuchsangaben stellten wir fest, dass die Lückenhaftigkeit der Schicht sich während der atmosphärischen Trocknung ändert. Sie erreicht das Minimum von 50 % bei der Lagerung und das Maximum von 54 % bei einer Kolbenfeuchtigkeit von 18 bis 19 %, d. h. beim Erreichen der kritischen Feuchtigkeit. Durch die Steigerung der Lückenhaftigkeit nimmt die Resistenz der Schicht gegen die Luftströmung ab, was sich positiv auf den Trocknungsprozess auswirkt. Die Lückenhaftigkeit der nichtentblätterten Kolben ist um 5 bis 7 % grösser, was teilweise erklärt, warum der Trocknungsverlauf der entblätterten und nichtentblätterten Kolben annähernd gleich ist. Die Überprüfung dieser Tatsache ermöglicht aus der Aufnahmestrasse die stationäre Entlieschmaschine auszuschliessen und dadurch die Exploitationskennziffern der Aufnahmestrasse zu steigern.

atmosphärische Trocknungskammer; Entblätterung; Lückenhaftigkeit der Schicht; Schüttgewicht; spezifisches Gewicht

Adresa autorov:

Ing. Milan Košťan, CSc., RNDr. Mária Macháčková, ing. Štefan Cagáň, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinálny podnik, 900 42 Rovinka

ŤAHOVÝ A PRACOVNÝ ODPOR PODREZÁVAČOV FAZULE PRI RÔZNYCH PRACOVNÝCH RÝCHLOSTIACH

L. Grohmann

GROHMANN, L. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Ťahový a pracovný odpor podrezávačov fazule pri rôznych pracovných rýchlostiach*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 555-562.

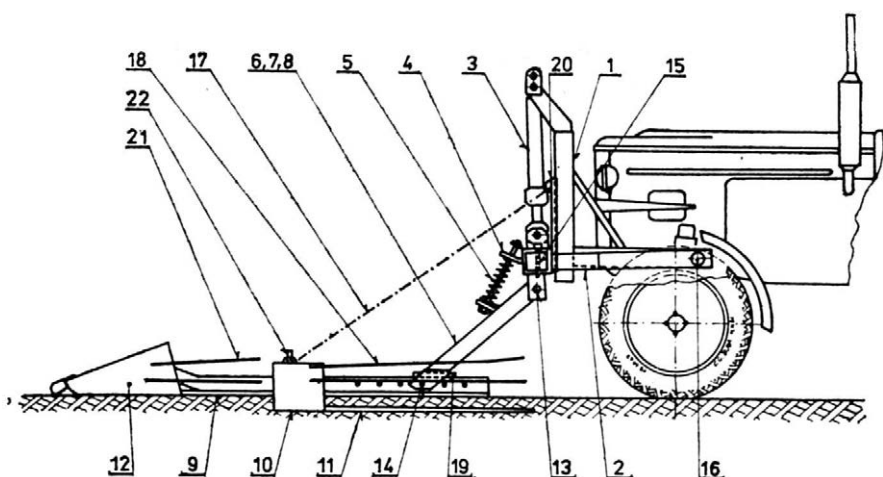
Uvádza výsledky merania celkového ťahového odporu čelne nesených podrezávačov fazule SO 8-011 a Heath 860 a meranie celkového valivého odporu traktorov. Celkový ťahový a pracovný odpor narastal lineárne v sledovanom rozmedzí rýchlosti. Pracovná rýchlosť neovplyvňuje veľkosť valivého odporu traktora. Pre rozsah pracovnej rýchlosti 1,5 až 2,39 m.s⁻¹ dosiahol celkový pracovný odpor podrezávača fazule SO 8-011 priemernú hodnotu 6,37 kN a pre rozsah rýchlosti 1,7 až 2,9 m.s⁻¹ dosiahol pracovný odpor podrezávača Heath 860 priemernú hodnotu 3,8 kN.

delený zber fazule; podrezávač fazule; celkový ťahový a valivý odpor; celkový pracovný odpor

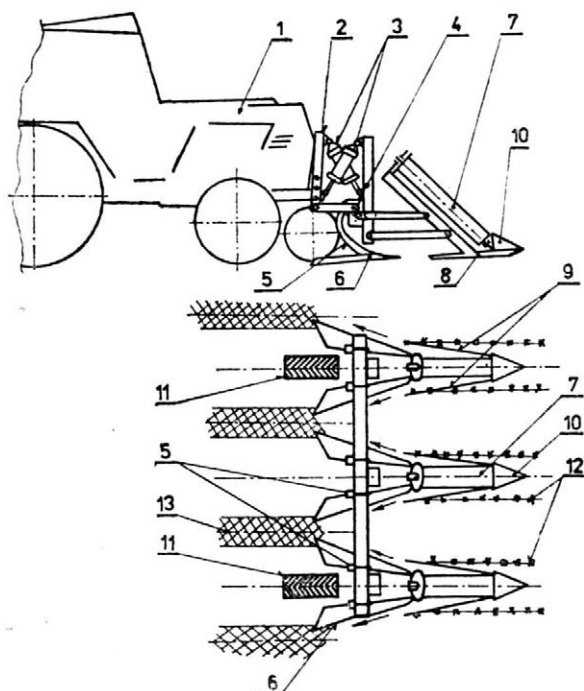
Mechanizovaný zber fazule sa v súčasnosti vykonáva delenou technológiou, ktorá je zložená z pracovných operácií: podrezávanie, zahrňovanie a výmlat. Doterajšie výskumné riešenia adaptérov pre priamy zber fazule (Dlabaja, 1979; Grohmann, 1985; Brzkovský, 1986; Grohmann a Brzkovský, 1987) neprekročili štádium funkčných modelov a pre prax sa ich nepodarilo doriešiť. Bude preto potrebné zracionalizovať podrezávanie a zahrňovanie fazule zlúčením týchto operácií do jednej pracovnej operácie (Grohmann, 1988a, b), čím by sa znížila nielen spotreba práce, počet prejazdov a pod., ale v konečnom dôsledku by sa znížili aj priame náklady pri zbere fazule. Z tohto dôvodu bolo cieľom práce poukázať na to, ako konštrukčné riešenie podrezávača fazule a pracovná rýchlosť vplývajú na celkový pracovný odpor, ktorý je potrebné pri riešení nového zariadenia pre podrezávanie a zahrňovanie znížiť.

MATERIÁL A METÓDY

Pri skúškach sme merali čelne nesené podrezávače fazule SO 8-011 (obr. 1), výrobca STS Senica nad Myjavou, a podrezávač Heath 860 (obr. 2), výrobca Heath Farm Equipment, USA. Oba typy sú navzájom konštrukčne odlišné v kopírovacích oporných častiach. Podrezávacie nože boli u všetkých podrezávačov fazule zriadené na pracovnú hĺbku 20 mm, pneumatiky kolies traktorov v súprave a ťažných traktorov boli nahustené na predpísané tlaky.



1. Schéma čelne neseného šesťriadkového podrezávača fazule SO 8-011 v pracovnej polohe: 1 — nosný rám, 2 — výkyvný rám, 3 — hydromotor, 4 — posuvná objímka, 5 — pružina, 6, 7, 8 — tlačná tyč (ľavá, stredná, pravá), 9 — oporný kopírovací klzný plaz (ľavý, stredný, pravý), 10 — držiak noža, 11 — podrezávací nôž, 12 — delič porastu, 13 — čap tlačnej tyče, 14 — nastavovací čap, 15 — nastavovací kolík, 16 — čap otočného rámu, 17 — refaz, 18 — usmerňovacie prúty, 19 — vymedzovacia podložka, 20 — držiak refaze, 21 — rozhrňovacie prúty deliča, 22 — strmeň — A scheme of the front-mounted six-row bean cutter SO 8-011 in the working position: 1 — supporting frame, 2 — swinging frame, 3 — hydraulic motor, 4 — sliding sleeve, 5 — spring, 6, 7, 8 — pushing bar (left, central, right), 9 — supporting tracing gliding sole (left, central, right), 10 — blade holder, 11 — cutting blade, 12 — plant cover divider, 13 — pushing bar pivot, 14 — positioning pivot, 15 — positioning pin, 16 — turning frame pivot, 17 — chain, 18 — rectifying rods, 19 — limiting filler, 20 — chain holder, 21 — spreading rods of the divider, 22 — stirrup



2. Schéma čelne neseného šesťriadkového podrezávača fazule Heath 860 v pracovnej polohe: 1 — traktor, 2 — nosný rám závesu, 3 — hydromotory, 4 — výkyvný rám, 5 — stĺpiky podrezávacích nožov, 6 — podrezávací nôž, 7 — delič porastu, 8 — kopírovacia päťka deliča, 9 — rozhrňovacie prúty deliča, 10 — špička deliča, 11 — oporné kopírovacie koleso, 12 — riadok porastu, 13 — podrezaný porast — A scheme of the front-mounted six-row bean cutter in the working position: 1 — tractor, 2 — attachment supporting frame, 3 — hydraulic motors, 4 — swinging frame, 5 — columns of the cutting blades, 6 — cutting blade, 7 — plant cover divider, 8 — tracing divider sole, 9 — spreading rods of the divider, 10 — divider point, 11 — supporting tracing wheel, 12 — plant cover row, 13 — plant cover after the cut

Skúšky sme vykonali v týchto pracovných podmienkach:

- černoze, pôda hlinitá, stredne ťažká (JRD Svodín, stredisko Bruty, parcela č. 7), odroda fazule Kreola, vlhkosť pôdy 8,8 %, súprava: podrezávač SO 8-011, traktor Z-7045;
- hneдозem, pôda hlinitá, stredne ťažká (JRD Preseľany, stredisko Koniarovce, parcela Leheň Koniarovský), odroda fazule Hélia, vlhkosť pôdy 9,6 %, súprava: podrezávač SO 8-011, traktor Z-7011;
- hneдозem, pôda ilovito-hlinitá, ťažká (JRD Veľké Ripňany, parcela Kamenný most), odroda fazule Prima, vlhkosť pôdy 8,6 %, súprava: podrezávač SO 8-011, traktor Z-7011;
- hneдозem, pôda hlinito-piesčitá, ľahká až veľmi ľahká (JRD Nové Vozokany, stredisko Nevidzany, parcela Dolné Urbáre), odroda fazule Prima, vlhkosť pôdy 10,72 %, súprava: podrezávač Heath 860, traktor Z-8045.

Vzorky pre stanovenie vlhkosti pôdy sme odobrali do hĺbky 30 mm a z nich sme podľa ON 46 5321 (1970) stanovili priemernú vlhkosť pôdy. Pre meranie odporov sme vybrali rovné pozemky s porastom fazule (nezaburinené, prípadne len slabozaburinené) s maximálnym sklonom v smere pohybu stroja do 1°.

Pre snímanie a registráciu ťahového a valivého odporu sme použili hydraulický dynamograf AMSLER, ktorý pomocou mechanického prevodu (pružina s rozsahom 0–1500 kg) graficky zaznamenával meraný priebeh odporu na registračnú pásku.

Pri meraní sme postupovali podľa ON 47 0165 (1970) tak, že pre rôzne pracovné rýchlosti sme merali:

- celkový ťahový odpor súpravy F_c ,
- celkový ťahový odpor súpravy F_c' — podrezávač bez nožov,
- celkový valivý odpor traktora F_f .

Grafický záznam priebehu ťahových a valivých odporov sme potom spracovali vo výpočtovom stredisku VÚPT Rovinka na digitizéri DGZ 1208 s tlačiarňou Consul 2111-03; tieto hodnoty boli ďalej štatisticky spracované a vyhodnotené na počítači WANG 2 200 MVP.

Celkový pracovný odpor podrezávača F_p bol vypočítaný z vyhodnotených hodnôt aritmetického priemeru odporov podľa vzťahu:

$$F_p = F_c - F_f \quad [N]$$

Z nameraných hodnôt možno taktiež vypočítať aj celkový pracovný odpor podrezávacích nožov F_{pn} , a to podľa vzťahu

$$F_{pn} = F_c - F_c' \quad [N]$$

a pracovný odpor jedného podrezávacieho noža F_{pn1}

$$F_{pn1} = \frac{F_{pn}}{i_n} = \frac{F_{pn}}{6} \quad [N]$$

pretože počet nožov $i_n = 6$.

VÝSLEDKY

Pri skúškach sme sa sústredili na zisťovanie vplyvu rôznych pracovných rýchlostí na zmenu celkového ťahového odporu súpravy, zmenu valivého odporu traktora a zmenu celkového pracovného odporu sledovaných podrezávačov. V týchto súvislostiach sme ďalej skúmali konštrukčné riešenia vo vzťahu na hodnotu celkového ťahového a pracovného odporu podrezávačov.

Zistené hodnoty celkového valivého odporu traktorov (podrezávače v polohe zdvihnutej) a celkového ťahového odporu (podrezávače v pracovnej polohe s nožmi a taktiež bez nožov) sú uvedené v tab. I. Vypočítané hodnoty celkových pracovných odporov podrezávačov odpovedajúce sledovaným pracovným rýchlostiam sú uvedené v tab. II. Ďalšie

I. Statistické údaje celkového ťahového odporu súpravy pre podrezávanie fazule a celkového valivého odporu traktora —
 Statistical data on the total tensile resistance of the bean cutting set and of the total rolling resistance of the tractor

Miesto skúšok	Podrezávacia súprava	Celkový valivý odpor traktora [N]	Pracovná rýchlosť [m.s ⁻¹]	Celkový ťahový odpor súpravy [N]				
				aritmetický priemer	modus	maximálna hodnota	smerodajná odchýlka	aritmetický priemer (podrezávač bez nožov)
JRD Svodín (hlinitá pôda)	SO S-011 Z-7045	1001,49	0,83	5934,95	5730,64	7 033,77	413,39	3952,61
			1,27	6720,96	6850,53	7 955,91	642,39	4724,59
			1,67	7046,77	6954,78	7 887,24	401,35	5163,72
			2,38	7759,55	7804,45	8 789,76	421,04	5325,97
JRD Preselany (hlinitá pôda)	SO 8-011 Z-7011	1908,14	0,74	7188,49	7273,66	8 848,62	581,42	5291,96
			1,12	6906,99	6690,49	8 132,49	570,39	5731,70
			1,5	8267,03	8319,71	9 535,32	651,71	5405,39
			2,25	8682,16	8836,31	11 747,47	1362,32	5884,29
			2,83	—	—	—	—	6007,27
JRD Velké Ripňany (ilovito-hlinitá pôda)	SO 8-011 Z-7011	2018,76	0,55	7440,32	7440,32	8475,84	373,92	6210,22
			0,85	7865,51	7630,27	8 848,62	418,30	6556,15
			1,2	7638,57	7799,67	8 475,84	387,01	6692,59
			1,79	7886,74	7715,68	9 692,28	589,53	7044,38
			2,39	8435,99	8436,41	9 329,31	357,87	7119,66
JRD Nové Vozokany (hlinito-piesčitá pôda)	HEATH 860 Z-8045	1486,24	1,7	4216,84	4245,79	5 610,75	525,29	—
			1,93	5579,54	5713,39	7 136,77	708,78	—
			2,34	5118,69	5150,10	6 572,70	608,49	—
			2,9	6239,26	6024,30	8 264,92	737,91	—

11. Vypočítané hodnoty celkového pracovného odporu podrezávačov fazule — Calculated values of the total working resistance of bean cutters

Miesto skúšok (druh pôdy)	Podrezávač fazule	Pracovná rýchlosť [m.s ⁻¹]	Celkový pracovný odpor [N]	Celkový priemerný pracovný odpor [N]
JRD Svodín (hlinitá pôda)	SO 8-011	0,83	4933,46	—
		1,27	5719,47	—
		1,67	6045,28	6401,67
		2,38	6758,06	
JRD Preseľany (hlinitá pôda)	SO 8-011	0,74	5280,35	—
		1,12	4999,85	—
		1,50	6358,89	6566,46
		2,25	6774,02	
JRD Veľké Ripňany (ilovito-hlinitá pôda)	SO 8-011	0,55	5421,56	—
		0,85	5846,75	—
		1,20	5619,81	—
		1,79	5867,98	6142,61
		2,39	6417,23	
JRD Nové Vozokany (hlinito-piesčitá pôda)	HEATH 860	1,70	2730,60	3802,34
		1,93	4093,30	
		2,34	3632,45	
		2,90	4753,02	

údaje uvádza obr. 3, na ktorom je graficky vyjadrená závislosť $F_c = f(v_p)$, a obr. 4, na ktorom je graficky vyjadrená závislosť $F_p = f(v_p)$. Na základe regresnej analýzy bola pre prvú závislosť vybraná lineárna charakteristika s týmito empirickými vzťahmi:

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7045 (JRD Svodín)

$$F_c = 5182,51 + 1107,27 \cdot v_p \quad (1)$$
(koeficient korelácie 0,978)

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7011 (JRD Preseľany)

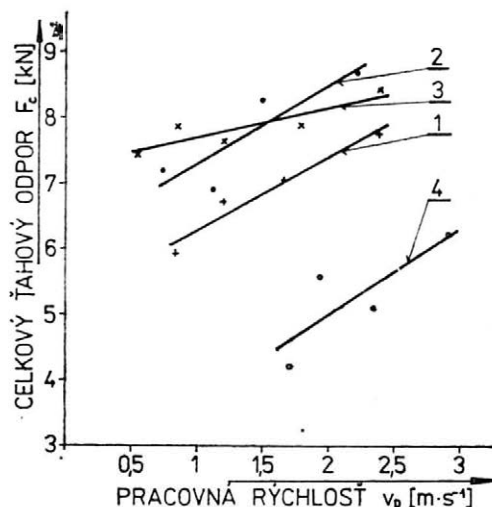
$$F_c = 6129,03 + 1163,74 \cdot v_p \quad (2)$$
(koeficient korelácie 0,884)

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7011 (JRD Veľké Ripňany)

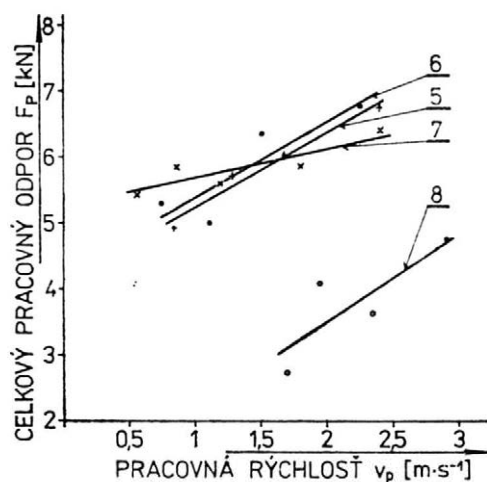
$$F_c = 7249,09 + 446,86 \cdot v_p \quad (3)$$
(koeficient korelácie 0,885)

— pre podrezávač Heath 860 s traktorom Z-8045 (JRD Nové Vozokany)

$$F_c = 2356,89 + 1322,07 \cdot v_p \quad (4)$$
(koeficient korelácie 0,82)



3. Závislosť celkového ťahového odporu podrezávacej súpravy pri podrezávaní fazule od pracovnej rýchlosti (rovnice sú uvedené v texte) — Dependence of the total tensile resistance of the cutting set during bean cutting on the speed of operation (the equations are presented in the text)



4. Závislosť celkového pracovného odporu podrezávačov fazule od pracovnej rýchlosti (rovnice sú uvedené v texte) — Dependence of the total working resistance of bean cutters on the speed of operation (the equations are presented in the text)

Analogicky potom pre druhú závislosť $F_p = f(v_p)$ platia tieto empirické vzťahy s lineárnymi charakteristikami:

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7045 (JRD Svodín)

$$F_p = 4119,74 + 1134,52 \cdot v_p \quad (5)$$
(koeficient korelácie 0,986)

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7011 (JRD Preseľany)

$$F_p = 4221,46 + 1163,51 \cdot v_p \quad (6)$$
(koeficient korelácie 0,884)

— pre podrezávač SO 8-011 s traktorom Z-7011 (JRD Veľké Ripňany)

$$F_p = 5228,92 + 446,71 \cdot v_p \quad (7)$$
(koeficient korelácie 0,885)

— pre podrezávač Heath 860 s traktorom Z-8045 (JRD Nové Vozokany)

$$F_p = 870,66 + 1322,07 \cdot v_p \quad (8)$$
(koeficient korelácie 0,82)

DISKUSIA

Maximálne ťahové účinnosti boli dosiahnuté pri pracovných rýchlostiach 1,94 až 2,39 m.s⁻¹ u podrezávačov SO 8-011 a 2,9 m.s⁻¹ u podrezávača Heath 860. Celkový priemerný pracovný odpor podrezávača SO 8-011 bol 6,37 kN v rozsahu pracovnej rýchlosti 1,5 až 2,39 m.s⁻¹ a podrezávača Heath 860 bol 3,8 kN v rozsahu pracovnej rýchlosti 1,7 až

2,9 m.s⁻¹. Lineárna charakteristika ťahového a pracovného odporu podrezávačov v závislosti od sledovanej pracovnej rýchlosti komunikuje s publikovanými prácami (Žák, 1985). Stanovené závislosti sú vzhľadom na indexy korelácie preukazné. Z nameraných hodnôt bolo ďalej zistené, že pracovná rýchlosť neovplyvňuje veľkosť valivého odporu traktora.

Cagáň a Synek (1982) namerali pri pracovnej rýchlosti 0,95 až 1,05 m.s⁻¹ celkový pracovný odpor podrezávača SO 8-011 (staré označenie RFZr-6) 2,06 kN, čo je hodnota veľmi malá a taktiež neúmeraná (iba 38,2 %) z celkového ťahového odporu súpravy. Podľa našich meraní sa pri pracovnej rýchlosti 0,55 až 0,85 m.s⁻¹ dosiahli 2,39 až 2,8-krát vyššie hodnoty a z celkového ťahového odporu súpravy sa celkový pracovný odpor podrezávača podieľal približne 75 %.

Celkový pracovný odpor podrezávača fazule SO 8-011 možno znížiť približne až o 2,0 až 2,5 kN (t. j. cca o 30—40 %) novým konštrukčným riešením, prípadne konštrukčnými úpravami, a to hlavne skrátením alebo nahradením oporného kopírovacieho klzného plazu za oporné kopírovacie koleso.

ZÁVER

Analýza výsledkov celkových ťahových odporov súprav, valivých odporov traktorov a celkových pracovných odporov podrezávačov fazule na rôznych druhoch a typoch pôd objasnila vplyv pracovnej rýchlosti na jednotlivé odpory. Z analýzy ďalej vyplýva, aká konštrukcia podrezávača fazule je z hľadiska pracovného odporu vhodnejšia.

Hodnota celkového pracovného odporu bola u podrezávača fazule SO 8-011 približne o 30 až 40 % vyššia ako u podrezávača Heath 860, ktorý je konštrukčne vhodnejšie riešený.

Výsledky práce ukazujú, že v ďalšom období bude potrebné upraviť alebo riešiť podrezávač fazule z hľadiska novej konštrukcie a taktiež z hľadiska racionalizácie (zlúčenie podrezávania a zhrňovania fazule do jednej pracovnej operácie).

Zoznam použitých označení

- F_c — celkový ťahový odpor súpravy [N]
- F_c' — celkový ťahový odpor súpravy (podrezávač bez nožov) [N]
- F_f — celkový valivý odpor traktora [N]
- F_n — celkový pracovný odpor podrezávača [N]
- F_{pn} — celkový pracovný odpor podrezávacích nožov [N]
- F_{pni} — celkový pracovný odpor jedného podrezávacieho noža [N]
- i_n — počet nožov [1]
- v_p — pracovná rýchlosť [m.s⁻¹]

Literatúra

- BRZKOVSKÝ, K.: Adaptér pro podřezávání luskovin. [Dílčí zpráva.] Praha, ČVUT 1986.
- CAGÁŇ, Š. — SYNEK, M.: Protokol prototypových skúšok podrezávača fazule RFZr-6. Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1982.
- DLABAJA, Z.: Výskum mechanizácie zberu hrachu a fazule. [Záverečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1979.
- GROHMANN, L.: Výskum adaptéra pre priamy zber fazule na obilný kombajn. [Syntetická správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1985.
- GROHMANN, L.: Štúdia k problematike oddeľovania rastlín fazule od pôdy a zhr-

ňovania do riadku. [Štúdijská správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1988a.

GROHMANN, L.: Racionalizácia pracovných postupov, spotreby palív a energie pri sejbě a zbere strukovín a olejnin. [Priebežná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1988b.

GROHMANN, L. — BRZKOVSKÝ, K.: Adaptér pre priamy zber fazule a jeho energetická náročnosť. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 11, s. 659-668.

ON 46 5321. Měření vlhkosti půdy. 1970.

ON 47 0165. Měření pracovního odporu zemědělských strojů. 1970.

ŽÁK, K.: Odpor pluhu, orebního tělesa a spotřeba nafty při různé pracovní rychlosti. Zeměd. Techn., 31, 1985, č. 11, s. 641-648.

Došlo dňa 3. 5. 1989

ГРОГМАНН, Л. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, комбинатное предприятие, Ровинка): Тяговое и рабочее сопротивление режущего устройства для фасоли при разных рабочих скоростях. Земед. Techn., 35, 1989 (9) : 555-562.

Приведены результаты измерения общего тягового сопротивления лобовых привесных режущих устройств для фасоли СО 8-011 и Геатг 860 и измерение общего качающего сопротивления тракторов. Общее тяговое и рабочее сопротивление нарастало линейно в исследуемом диапазоне скорости. Рабочая скорость не оказывает влияния на величину качающего сопротивления трактора. У объема рабочей скорости 1,5—2,39 м.с общее рабочее сопротивление режущее устройство для фасоли СО 8-011 достигло среднюю величину 6,37 кН а у объема скорости 1,7—2,9 м.с рабочее сопротивление режущего устройства для Геатг 860 достигло среднюю величину 3,8 кН.

разделенный сбор фасоли; режущее устройство фасоли; общее тяговое и качающее сопротивление; общее рабочее сопротивление

GROHMANN, L. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *The Tensile and Working Resistance of Bean Cutters with Various Speeds of Operation.* Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 555-562.

Measurement results are presented of the total tensile resistance of the front-mounted bean cutters SO 8-011 and Heath 860, as well as of the total rolling resistance of the tractors. The total tensile and working resistance increased linearly in the speed range under investigation. The speed of operation shows no influence on the rolling resistance of the tractor. With the speed of operation of 1.5 to 2.39 m.s⁻¹ the total working resistance of the SO 8-011 bean cutter amounted to an average of 6.37 kN and with the speed of 1.7 to 2.9 m.s⁻¹ the working resistance of the Heath 860 cutter averaged 3.8 kN.

divided harvest of beans; bean cutter; total tensile and rolling resistance; total working resistance

GROHMANN, L. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): *Zug- und Arbeitswiderstand der Bohnenschwadmäher bei verschiedenen Fahrtgeschwindigkeiten.* Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 555-562.

Die vorliegende Arbeit führt Ergebnisse der Untersuchung des gesamten Zugwiderstandes der Frontalanbaubohnenschwadmäher SO 8-011 und Heath 860 und der Messung des gesamten Rollwiderstandes der Schlepper an. Der gesamte Zug- und Arbeitswiderstand nahm linear im untersuchten Schwankungsbereich der Geschwindigkeiten zu. Die Arbeitsgeschwindigkeit beeinflusst keinesfalls den Rollwiderstand des Schleppers. Für den Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit von 1,5 bis 2,39 m.s⁻¹ erreichte der gesamte Arbeitswiderstand des Bohnenschwadmähers SO 8-011 einen Durchschnittswert von 6,37 kN und für den Bereich der Arbeitsgeschwindigkeiten von 1,7 bis 2,9 m.s⁻¹ erreichte der Arbeitswiderstand des Schwadmähers Heath 860 einen Durchschnittswert von 3,8 kN.

Bohnenphasenernte; Bohnenschwadmäher; gesamter Zug- und Rollwiderstand; gesamter Arbeitswiderstand

Adresa autora:

Ing. Lubomír Grohmann, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

VÝPOČET VLASTNÝCH FREKVENCÍ TORZNE KMITAJÚCEJ SÚSTAVY

P. Heriban, R. Tóth

HERIBAN, P. — TÓTH, R. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka; Slovenská vysoká škola technická, Bratislava): *Výpočet vlastných frekvencií torzne kmitajúcej sústavy*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9): 563—570.

Poznanie hodnôt vlastných frekvencií je nevyhnutné pre posúdenie rezonančných vlastností sústavy a bezpečnej prevádzky stroja. V príspevku je popísané riešenie vlastných frekvencií torzne kmitajúcej sústavy v prípade, ak sústava je semidefinitná. Teória sa demonštruje na príklade riešenia vlastných frekvencií pohonu orezávača ovocných stromov. Ďalej je uvedená metodika náhrady excentrického kľukového mechanizmu ekvivalentnou sústavou. Je poukázané na vplyv zmeny tuhosti niektorých konštrukčných prvkov na zmenu vlastných frekvencií sústavy.

vlastná frekvencia; vlastný tvar kmitania; rezonancia

Snaha po čo najväčšej úspore materiálov a energie vedie konštruktérov k riešeniu štíhlych a odľahčených konštrukcií a zariadení. V tejto súvislosti však výraznejšie vystupuje do popredia problém kmitania, resp. rezonančných stavov kmitajúcich sústav, pretože v praxi sú konštrukcie vo väčšine prípadov zaťažené dynamickými účinkami strojov. Budiace sily majú pritom časový priebeh blízky k periodickému, s otáčkovou frekvenciou stroja, a je nebezpečie, že sústava bude vybudená do stavu rezonancie. Iný prípad môže nastať, ak do sústavy zaradíme člen s nízkou tuhosťou, t. j. pružný člen, v snahe čo najviac obmedziť nepriaznivé účinky, resp. rázy do sústavy. V oboch prípadoch je pre posúdenie rezonančných režimov kmitajúcej sústavy dôležité poznať vlastné frekvencie voľného kmitania sústavy. Riešenie daného problému demonštrujeme na riešení vlastných frekvencií pohonu orezávača ovocných stromov.

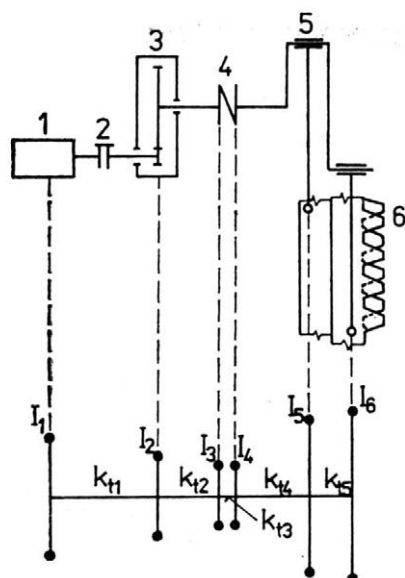
Dôležitou úlohou je určenie matematického modelu sústavy. Torzne kmitajúcu sústavu (obr. 1) sme redukovali na základe zjednodušujúcich predpokladov na lineárnu sústavu so 6° voľnosti. V tejto dynamicky ekvivalentnej sústave boli zohľadnené všetky časti pohonu.

METÓDA

Riešenie vlastného kmitania sústavy je z hľadiska väzieb zložitý problém. Pre linearizáciu uvedeného problému predpokladáme v ďalšom

- lineárnu tuhosť jednotlivých častí pohonu,
- zanedbáme vôľu v ozubení,
- neberieme do úvahy zmenu momentu zotrvačnosti kľukového mechanizmu v priebehu jednej otáčky,
- neberieme do úvahy tlmenie.

V zmysle uvedených predpokladov môžeme považovať pohon orezávača za lineárnu dyna-



1. Schéma pohonu orezávača a ekvivalentnej dynamickej sústavy — A scheme of the driving mechanism of the cutter and the equivalent dynamic system

- 1 HYDROMOTOR
- 2 PEVNÁ SPOJKA
- 3 PREVODOVKA
- 4 PRUŽNÁ SPOJKA
- 5 KLUKOVÝ MECH
- 6 LIŠTY OREZÁVAČA

mickú sústavu. Na základe rovnosti kinetickej a potenciálnej energie pôvodnej sústavy na sústavu s ekvivalentným hriadeľom o priemere 40 mm, ktorého os je totožná s osou kľukového hriadeľa. Redukované dĺžky sme určili porovnaním uhlových deformácií pôvodnej a redukovanej sústavy. Tým sme dostali dynamicky ekvivalentnú sústavu (obr. 1).

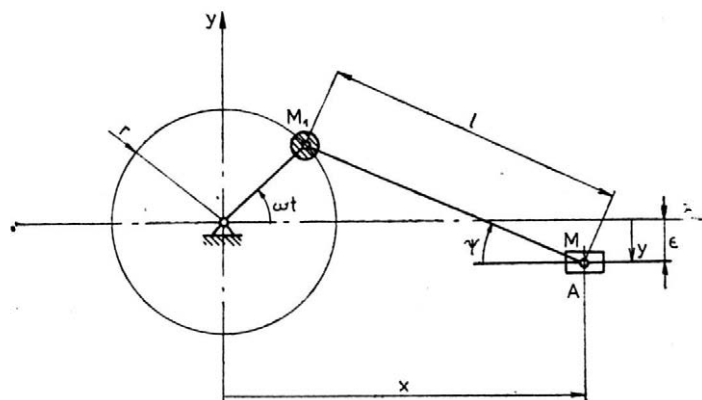
Pohybové rovnice voľného torzného kmitania zostavíme pomocou Lagrangeových rovníc druhého druhu. Pre konzervatívne systémy (Juliš a Brepta, 1987) platí:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial E_K}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial E_K}{\partial q_j} = - \frac{\partial E_P}{\partial q_j} \quad (1)$$

kde: E_K — kinetická energia
 E_P — potenciálna energia
 q_j — zovšeobecnená súradnica
 $\dot{q}_j$ — zovšeobecnená rýchlosť

Pre kinetickú energiu sústavy podľa obr. 2 môžeme písať:

$$E_K = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^6 I_i \cdot \dot{\varphi}_i^2 \quad (2)$$



2. Excentrický kľukový mechanizmus — The eccentric crank mechanism

a pre potenciálnu energiu bude

$$E_P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 k_{ti} (\varphi_{i+1} - \varphi_i)^2 \quad (3)$$

Ak v našom prípade zoberieme za zovšeobecnené súradnice uhlové výchylky $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$ a φ_6 , ktoré meriame od rovnovážnej polohy, dostaneme dosadením rovníc (2) a (3) do vzťahu (1) sústavu pohybových rovníc:

$$\begin{aligned} I_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 - k_{t1} (\varphi_2 - \varphi_1) &= 0 \\ I_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 + k_{t1} (\varphi_2 - \varphi_1) - k_{t2} (\varphi_3 - \varphi_2) &= 0 \\ I_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 + k_{t2} (\varphi_3 - \varphi_2) - k_{t3} (\varphi_4 - \varphi_3) &= 0 \\ I_4 \cdot \ddot{\varphi}_4 + k_{t3} (\varphi_4 - \varphi_3) - k_{t4} (\varphi_5 - \varphi_4) &= 0 \\ I_5 \cdot \ddot{\varphi}_5 + k_{t4} (\varphi_5 - \varphi_4) - k_{t5} (\varphi_6 - \varphi_5) &= 0 \\ I_6 \cdot \ddot{\varphi}_6 + k_{t5} (\varphi_6 - \varphi_5) &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Sústava pohybových rovníc (4) tvorí homogénny systém lineárnych diferenciálnych rovníc s konštantnými koeficientmi, ktorý môžeme zapísať v matematickom tvare:

$$\mathbf{I} \cdot \ddot{\vec{\varphi}} + \mathbf{K} \cdot \vec{\varphi} = 0 \quad (5)$$

kde: $\mathbf{I}$ — matica hmotností

$\mathbf{K}$ — matica tuhostí

$\ddot{\vec{\varphi}}$ — vektor uhlových zrýchlení

$\vec{\varphi}$ — vektor uhlových výchyliek

Riešenie rovnice (5) budeme hľadať v tvare:

$$\vec{\varphi} = \vec{\varphi}_0 \cdot e^{i\Omega t} \quad (6)$$

kde: $\vec{\varphi}_0$ — neznámy vlastný vektor, resp. tvar kmitania

Ω — neznáma vlastná frekvencia

Dosadením riešenia vzťahu (6) do rovnice (5) dostaneme problém vlastného čísla v tvare:

$$(\mathbf{K} - \Omega^2 \mathbf{I}) \cdot \vec{\varphi}_0 = 0 \quad (7)$$

STREDNÁ KINETICKÁ ENERGIA EXCENTRICKÉHO KLUKOVÉHO MECHANIZMU

Pre súradnicu x šmýkadla A bude podľa obr. 2 platiť:

$$x = r \cos \omega t + l \cdot \cos \psi \quad (8)$$

pre súradnicu y dostaneme:

$$r \cdot \sin \psi - l \cdot \sin \omega t = y \quad (9)$$

Súradnica y šmýkadla A je daná konštrukciou mechanizmu a platí $y = -e$. Polohu bodu A dostaneme riešením rovníc (6) a (7); ak zavedieme označenie $\lambda = \frac{r}{e}$ a $\delta = \frac{e}{l}$, bude:

$$x = r \cdot \cos \omega t + l \sqrt{1 - (\lambda \cdot \sin \omega t + \delta)^2} \quad (10)$$

Ak vo vzťahu (10) zavedieme substitúciu $z = \lambda \cdot \sin \omega t$ a takto upravený vzťah rozvineme do Taylorovho radu, dostávame s uvažovaním prvých dvoch členov radu výraz pre x :

$$x = r \cdot \cos \omega t + l \cdot \left(\sqrt{1 - \delta^2} - \frac{\delta}{\sqrt{1 - \delta^2}} \cdot \lambda \cdot \sin \omega t \right) \quad (11)$$

Deriváciou vzťahu (11) podľa času dostaneme rovnicu pre rýchlosť bodu A:

$$\dot{x} = - \left\{ r \cdot \omega \cdot \sin \omega t + \frac{l \cdot \delta \cdot \lambda \cdot \omega}{\sqrt{1 - \delta^2}} \cos \omega t \right\} \quad (12)$$

Pohybujúce sa hmoty môžeme nahradiť obvyklým spôsobom (Timošenko, 1960) hmotami sústredenými v kľukovom čape a v šmýkadle (bod A). Ak je ω stála uhlová rýchlosť a $\omega \cdot t$ je uhol pootočenia kľukovky, potom rýchlosť hmoty M bude podľa obr. 2 daná vzťahom (12) a rýchlosť hmoty M_1 bude $\omega \cdot r$.

Potom kinetická energia pre jedno zalomenie kľukového hriadeľa bude:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot M_1 \cdot r^2 \cdot \omega^2 + \frac{1}{2} \cdot M \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot \left(\sin \omega t + \frac{\delta}{\sqrt{1 - \delta^2}} \cdot \cos \omega t \right)^2$$

Stredná hodnota kinetickej energie za jednu otáčku bude:

$$E_{KS} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^{2 \cdot \pi} E_K \cdot d(\omega \cdot t) \quad (13)$$

Dosadením do vzťahu (13) a integráciou dostaneme pre strednú hodnotu kinetickej energie

$$E_{KS} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot \left[M_1 + \frac{M}{2} \cdot \left(1 + \frac{\delta^2}{1 - \delta^2} \right) \right] \quad (14)$$

Použitím rovnice (14) môžeme zalomenia kľukového hriadeľa nahradiť ekvivalentnými kotúčmi s momentami zotrvačnosti, ktoré určíme porovnaním kineticých energií

$$I_{ek} = \frac{2 \cdot E_{KS}}{\omega^2} \quad (15)$$

VÝPOČET VLASTNÝCH FREKVENCÍ

Prvky matice hmotnosti a tuhosti sme určili výpočtom na základe výkresovej dokumentácie. Moment zotrvačnosti I_1 (obr. 1) predstavuje moment zotrvačnosti hydromotora 1 a časti tuhej spojky 2. Moment zotrvačnosti I_2 zahrňuje vplyv prevodovky a časti tuhej spojky. Pružnú kotúčovú spojku sme nahradili dvomi kotúčmi I_3 a I_4 . Keďže časti spojky sú symetrické, je $I_3 = I_4$. Zalomenia kľukového hriadeľa sú nahradené kotúčmi I_5 a I_6 , ktoré sme vypočítali na základe vzťahov (14) a (15).

Torzná tuhosť k_{t1} predstavuje tuhosť hriadeľa hydromotora a vstupného hriadeľa prevodovky. Tuhosť pevnej spojky predpokladáme omnoho vyššiu ako tuhosť použitých hriadeľov. Pretože pre výslednú tuhosť k_{t1} platí

$$\frac{1}{k_{t1}} = \frac{1}{k_{th}} + \frac{1}{k_{ts}} + \frac{1}{k_{tp}}$$

kde: k_{th} — tuhosť hriadeľa hydromotora

k_{ts} — tuhosť pevnej spojky

k_{tp} — tuhosť vstupného hriadeľa prevodovky

môžeme tuhosť spojky k_{ts} vo výpočte výslednej tuhosti k_{t1} zanedbať. Torzná tuhosť k_{t2} predstavuje tuhosť výstupného hriadeľa prevodovky, tuhosť k_{t3} značí tuhosť pružnej

spoiky, ktorú sme určili experimentálne, k_{t4} je tuhosť hriadeľa kľuky a prislúchajúceho ramena kľuky a k_{t5} zahrňuje vplyv pružnosti ramena kľuky.

Vyčíslením jednotlivých parametrov môžeme sústavu (4) prepísať:

$$\begin{aligned} 0,01678 \cdot \ddot{\varphi}_1 - 263\,770 \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) &= 0 \\ 0,012385 \cdot \ddot{\varphi}_2 + 263\,770 \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) - 173\,992,5 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) &= 0 \\ 0,005133 \cdot \ddot{\varphi}_3 + 173\,992,5 \cdot (\varphi_3 - \varphi_2) - 8\,000 \cdot (\varphi_4 - \varphi_3) &= 0 \\ 0,005133 \cdot \ddot{\varphi}_4 + 8\,000 \cdot (\varphi_4 - \varphi_3) - 86\,291 \cdot (\varphi_5 - \varphi_4) &= 0 \\ 0,0253 \cdot \ddot{\varphi}_5 + 86\,291 \cdot (\varphi_5 - \varphi_4) - 217\,341 \cdot (\varphi_6 - \varphi_5) &= 0 \\ 0,0259 \cdot \ddot{\varphi}_6 + 217\,341 \cdot (\varphi_6 - \varphi_5) &= 0 \end{aligned}$$

Vyšetrovaná sústava sa môže pohybovať ako tuhé teleso. Pre takúto sústavu je však charakteristické, že matica tuhosti je singularná, to znamená, že aj pre nenulový vlastný tvar kmitania $\vec{\varphi}_0 \neq 0$ platí:

$$\vec{\varphi}_0^T \cdot K \cdot \vec{\varphi}_0 = 0$$

z čoho vyplýva, že $\det K = 0$.

Rovnomernému pohybu sústavy ako celku prislúcha vlastný tvar kmitania s rovnakými prvkami, tzv. nulový tvar $\vec{\varphi}_0$. Tento pohyb, na ktorý je superponovaný kmitavý pohyb ostatných tvarov, odstránime použitím týchto podmienok ortogonalít:

$$\vec{\varphi}_0^T \cdot I \cdot \vec{\varphi}_j = 0 \quad j = 1, 2, \dots, n-1 \quad (16)$$

V prípade, že matica hmotnosti je diagonálna, čo v našom prípade je splnené, a prvky nulového tvaru $\vec{\varphi}_0$ volíme jednotkové, dostaneme podmienku:

$$\sum_{k=1}^n I_{KK} \cdot \varphi_{Kj} = 0 \quad j = 1, 2, \dots, n-1$$

Ak z tejto podmienky vyjadríme niektorý z prvkov φ_{Kj} pomocou ostatných, môžeme vytvoriť transformačný vzťah

$$\vec{\varphi} = P \cdot \vec{\bar{\varphi}} \quad (17)$$

kde: P — transformačná matica rozmeru $(n \times n-1)$
 $\vec{\bar{\varphi}}$ — redukovaný vlastný vektor s prvkami $n-1$

Transformačným vzťahom (17) môžeme redukovať problém (6) s n stupňami voľnosti na problém s $n-1$ stupňami

$$(\bar{K} - \Omega^2 \cdot \bar{I}) \vec{\bar{\varphi}} = 0 \quad (18)$$

kde: $\bar{K} = P^T \cdot K \cdot P$
 $\bar{I} = P^T \cdot I \cdot P$

sú redukované matice tuhosti, resp. hmotnosti, rozmeru $(n-1 \times n-1)$. Problém vlastného čísla daného vzťahom (18) už môžeme riešiť napr. použitím Jacobiovej metódy.

VÝSLEDKY

Výpočet vlastných frekvencií pohonu orezávača stromov bol realizovaný na počítači SM 16—22 pomocou programu JACOB, ktorý využíva Jacobiovu metódu určenia vlastných čísel. Vyčíslením matíc tuhosti a hmotnosti s využitím spomínaného programu

	1	2	3	4	5	6
$\Omega_i^2 [1 \text{ s}^{-2}]$	0	0,332981 E+6	0,135954 E+8	0,242986 E+8	0,258393 E+8	0,612263 E+8
$n_i [\text{ot. min}^{-1}]$	0	5510,3	35 210,1	47 069	48 541,4	74 720,6

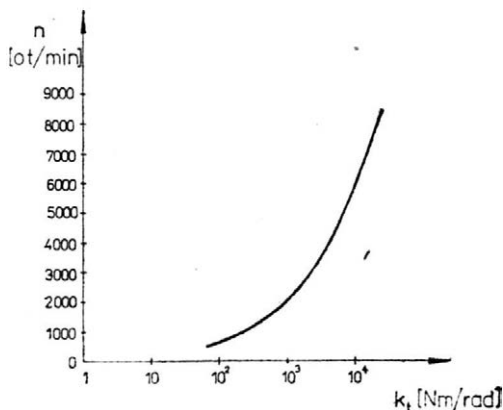
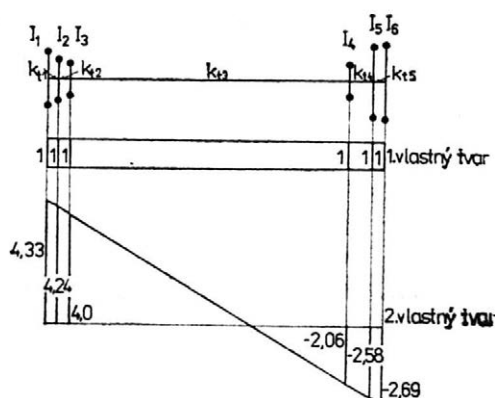
JACOB sme vypočítali hodnoty štvorcov vlastných kruhových frekvencií. Tieto hodnoty sú uvedené v tab. I spolu so zodpovedajúcimi otáčkami ekvivalentného hriadeľa.

Na obr. 3 sú graficky znázornené prvé dva vlastné tvary. Prvý vlastný tvar, ako už bolo uvedené, zodpovedá pohybu hriadeľa ako tuhého celku. Na druhom vlastnom tvare vidieť funkciu spojky. Ostatné vlastné tvary sme neuviedli, pretože nemajú praktický význam.

Vplyv tuhosti pružnej spojky názorne dokumentuje obr. 4. Z toho vidieť, že so znižovaním tuhosti spojky sa znižujú rezonančné otáčky. Ďalej nám závislosť dáva predstavu o minimálnej hodnote tuhosti spojky, pri ktorej je sústava v rezonančnej oblasti. Túto skutočnosť je potrebné mať na zreteli v prípade ďalšieho „zmäkčovania“ pružnej spojky, k čomu môže viesť snaha o čo najmenšie zmiernenie účinkov rázov do mechanizmu. Týmto sa naopak môžu zhoršiť pomery v sústave a zvýšiť náchylnosť na rezonančné javy.

ZÁVER

Hnací členom zariadenia je hydromotor 1 (obr. 1), u ktorého boli namerané maximálne otáčky $1500 \text{ ot. min}^{-1}$. Vo vyšetrovanej sústave je zaradená prevodovka 3, ktorej prevodový pomer je $i = 5$. Pohon orezávača bol redukovaný na ekvivalentný hriadeľ o priemere 40 mm, ktorého os je totožná s výstupným hriadeľom prevodovky. Z analýzy voľného torzného kmitania pohonu orezávača vyplýva, že pracovné otáčky orezávača sú dostatočne vzdialené od rezonančného pásma a rezonančný stav u tohto zariadenia nemôže nastať.



3. Znázornenie vlastných tvarov kmitania — Representation of the proper shapes of oscillation

4. Závislosť torznej tuhosti pružnej spojky a prvej vlastnej frekvencie sústavy — Dependence of the torsional rigidity of the flexible coupling and the first proper frequency of the system

Dôsledok tohto je, že pohon orezávača môžeme v pracovnom režime považovať za tuhú sústavu. Zo závislosti torznej tuhosti pružnej spojky a prvých vlastných frekvencií sústavy možno zovšeobecniť, že „zmäkčováním“ niektorého člena sústavy je sústava náchylnejšia na vznik rezonančných javov. Kvalitatívny obraz o konkrétnej sústave nám však podá len popísaná analýza danej sústavy.

Získané výsledky platia len pre linearizovanú sústavu. V prípade, že by sme chceli zohľadniť nelinearity (vznikajúce v ozubení), situácia sa značne komplikuje. Napriek zjednodušeniu nám však uvedená metóda umožňuje získať predstavu o chovaní danej sústavy. Ďalej nám metóda poskytuje možnosť modelovať, resp. ladiť sústavu, t. zn. voliť parametre sústavy tak, aby spĺňali dané požiadavky.

Použité označenia

I	—	matica hmotnosti
K	—	matica tuhosti
$\vec{\varphi}$	—	vlastný vektor
I	—	moment zotrvačnosti [kg · m ²]
k_t	—	torzná tuhosť hriadeľa [N · m · rad ⁻¹]
l	—	dĺžka kľuky [m]
l_r	—	redukovaná dĺžka [m]
n	—	otáčky [ot min ⁻¹]
φ	—	uhlová výchylka [rad]
Ω	—	vlastná kruhová frekvencia [rad · s ⁻¹]

Literatúra

- JULIŠ, K. — BREPTA, R.: Mechanika. 2. díl. Praha, SNTL 1987.
TIMOŠENKO, S.: Kmitání ve strojnictví. Praha, SNTL 1960.

Došlo dňa 5. 9. 1988

ГЕРИБАН, П. — ТОТ, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Ровинка; Словацкий технический институт, Братислава): Вычисление собственных частот торсионных колебаний системы. Земед. Techn., 35, 1989 (9) : 563-570.

Ознакомление с величинами собственных частот является важным для обсуждения резонирующих свойств систем и безопасного использования машины. В статье описано решение собственных частот торсионно колеблющейся системы в случае, что система семидефинитная. Теория демонстрируется на примере решения собственных частот привода обрезного устройства для фруктовых деревьев. Далее приведена методика замены экцентрического кривошипного механизма эквивалентной системы. Приведено влияние изменения твердости некоторых конструктивных элементов на изменение собственных частотных систем.

собственная частота; собственный вид колебания; резонирование

HERIBAN, P. — TÓTH, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka; Slovak Institute of Technology, Bratislava): The Calculation of Proper Frequencies of a Torsionally Oscillating System. Zeméd. Techn., 35, 1989 (9) : 563-570.

Determination of the values of proper frequencies is essential for an evaluation of resonance properties of the system and of the safety of machine operation. Solution is presented to proper frequencies of a torsionally oscillating semidefinite system. The theory is illustrated by an example of the proper frequencies solution of the driving mechanism of a fruit tree cutter. The methodology is also shown

of the replacement of an eccentric crank mechanism by an equivalent system. The influence is suggested of the rigidity change of some construction components on the proper frequency changes of the system.

proper frequency; proper shape of oscillation; resonance

HERIBAN, P. — TÓTH, R. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka; Slowakische technische Hochschule, Bratislava): *Berechnung der Eigenfrequenz des torsionsschwingenden Systems*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 563-570.

Die Erkenntnis der Werte der Eigenfrequenzen ist sehr wichtig für die Beurteilung der Resonanzeigenschaften des Systems und des zuverlässigen Einsatzes der Maschinen. In der vorliegende Arbeit ist die Lösung der Eigenfrequenzen der torsionsschwingenden Systeme in dem Falle beschrieben, wenn die Systeme halbexakt sind. Die Theorie wird am Beispiel der Lösung der Eigenfrequenzen des Antrieb des Obstbaumschneiders demonstriert. Es ist weiterhin die Methodik des Ersatzes des exzentrischen Kurbelmechanismus durch ein äquivalentes System beschrieben. Es wird der Einfluss der Umwandlung der Steifigkeit einiger Konstruktionselemente auf die Umwandlung der Eigenfrequenzen des Systems betont.

Eigenfrequenz; Eigenform der Schwinkung; Resonanz

Adresy autorov:

Ing. Pavol Heriban, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

Ing. Rudolf Tóth, strojnica fakulta SVŠT, Gottwaldovo náměstí 17, 812 35 Bratislava

ZBER KUKURIČNÉHO KÔROVIA ZBERACÍM NÁVESOM MV 3-030

R. Richter, D. Šabík, J. Havel

RICHTER, R. — ŠABÍK, D. — HAVEL, J. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Zber kukuričného kôrovia zberacím návesom MV 3-030*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 571-576.

Overovali sme možnosti využitia zberacieho návesu MV 3-030 na zber kukuričného kôrovia nariadkovaného adaptérom MFKA-6013 SA na obilnom kombajne E-516. Stanovili sme výkonnosť a energetickú náročnosť s cieľom preveriť vhodnosť technického riešenia zberacieho a rezacieho ústrojenstva zberacieho návesu.

príkon na pohon zberacieho návesu; výkonnosť; technické riešenie

Kukuričné kôrovie, ktoré ostáva na poli po zbere kukuričných šúľkov obilnými kombajnami, je vhodnou surovinou pre výrobu konzervovaných objemových krmív.

Výživná hodnota kukuričného kôrovia je vyššia ako výživná hodnota slamy obilnín. Obsahuje podstatne vyššie množstvo ľahko stráviteľných sacharidov a pomerne málo lignínu. V závislosti od obsahu sušiny ju môžeme silážovať buď samostatne, alebo s vodnatými krmivami (Jakob et al., 1987).

Zber kukuričného kôrovia sa v súčasnosti v rozhodujúcej miere zabezpečuje samohybnými rezačkami, ktoré sú vybavené riadkovými alebo širokozáberovými adaptérmi. U niektorých adaptérov (s cepovým alebo závitnicovým zberacím mechanizmom) dochádza k veľkému znečisteniu zberanej hmoty hlinou.

Postupné uplatňovanie adaptérov na olamovanie šúľkov typovej rady MFKA k obilným kombajnom umožňuje i využitie ďalších mechanizačných prostriedkov na zber kukuričného kôrovia. Ide o stroje vybavené zberacím ústrojenstvom, ako sú samohybné rezačky, lisy na veľkoobjemové balíky a zberacie návesy.

Možnosť využitia zberacieho návesu na zber kukuričného kôrovia bola overená na základe predpokladu zníženia energetickej náročnosti a priamych nákladov na túto pracovnú operáciu ako i s cieľom preveriť vhodnosť technického riešenia zberacieho a rezacieho ústrojenstva zberacieho návesu na zber kukuričného kôrovia.

MATERIÁL A METÓDY

Kukuričné kôrovie pre zber zberacím návesom MV 3-030, ktorého základné technické údaje sú uvedené v tab. I, bolo pripravené šesťriadkovým adaptérom MFKA-6013 na obilnom kombajne E-516. Adaptérom boli olámané kukuričné šúľky,

Parameter	Jednotka	Hodnota
Celkové rozmery:		
— dĺžka s tiahľom	mm	10 720
— šírka	mm	2 500
— výška	mm	3 900
Ložný objem	m ³	60
Užitočná hmotnosť	kg	7 000
Počet nožov	ks	16
Prepravná rýchlosť	km . h ⁻¹	25

kukuričné stebľá boli oddelené od koreňa, podrvené zabudovanými rotačnými drvičmi a sformované do riadku.

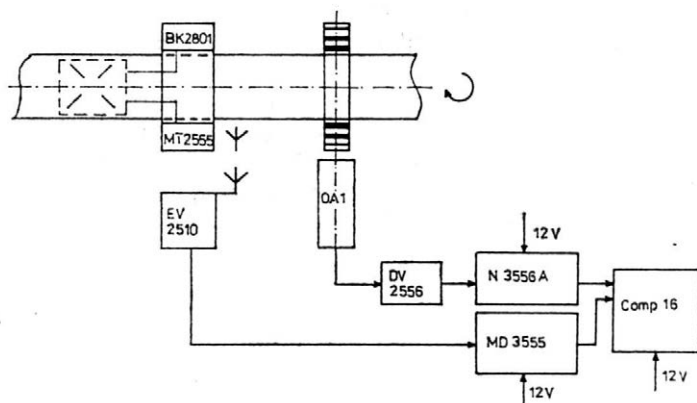
Charakteristika takto pripraveného kukuričného kôrovia bola zistená viacnásobne opakovanými meraniami šírky a výšky riadku, hmotnosti stebelnej hmoty na 1 m dĺžky riadku, hrúbky stebiel, výšky strniska, dĺžky častíc kukuričného kôrovia a jeho vlhkosti.

Výkonnosť pracovnej súpravy bola stanovená na základe vyhodnotenia šesťhodinového časového snímku zberu, dopravy a vyprázdňovania pri dopravnej vzdialenosti 3,1 km.

Merania pre stanovenie výkonu odoberaného zberacím návesom MV 3-030 pri zbere kukuričného kôrovia prostredníctvom kardanového hriadeľa z energetického prostriedku sa uskutočnili takto:

Krútiaci moment bol snímaný na kardanovom hriadeľi. Bloková schéma zapojenia je na obr. 1. Na kardanový hriadeľ boli pod uhlom 45° na pozdĺžnu os hriadeľa nalepené štyri tenzometrické snímače (typ 6/120 LY61, HMB), ktoré boli zapojené do Wheatstonovho mosta. Ich napájanie bolo zabezpečené z 9V batérií (BK 2801). Signál z tenzometrických snímačov, nesúci informáciu o deformácii hriadeľa, bol vedený do meracieho vysieláča (MT 2555 A, HMB). Skrinka batérií BK 2801 a merací zosilňovač MT 2555 tvoria celok umiestnený na rotujúcom hriadeľi. Frekvenčne modulovaný signál bol telemetricky prenesený na prijímací predzosilňovač EV 2510, HMB, napájaný z meracieho zosilňovača MD 3555, HMB, ktorý spracováva pulzujúci signál predzosilňovača. Z výstupu meracieho zosilňovača bol signál privedený na vstup meracieho magnetofónu Comp 16, KMT.

Pre sledovanie frekvencie otáčania hriadeľa bolo na ňom upevnené ozubené koleso s počtom zubov 30. Toto koleso zabezpečovalo vytváranie impulzov pre optický snímač OA 1. HMB. Jeho impulzy boli zosilňované zosilňovačom impulzov



1. Schéma zapojenia pre meranie krútiaceho momentu — Wiring diagram for the measurement of torsional moment

II. Charakteristika riadku kukuričného kôrovia — Characteristics of a row of cornstalks

Parameter	Jednotka	Hodnota
Šírka riadku	mm	1400
Výška riadku	mm	167
Hrúbka stebiel v mieste oddelenia	mm	18,50
Hmotnosť kukuričného kôrovia na 1 m dĺžky riadku	kg	2,95
Výška strniska	mm	145
Vlhkosť kukuričného kôrovia	%	40,17

DV 2556, HMB, a ďalej sa spracovávali v meracom zosilňovači frekvencie otáčania N 3556 A, HMB. Z výstupu N 3556 A sa signál privádzal na vstup meracieho magnetofónu Comp 16, kde bol zaznamenaný.

Po ukončení merania boli zaznamenané údaje prehrané na líniový zapisovač B-381 Rikadenky. Následne sa urobila digitalizácia záznamu, odčítanie hodnôt, prepočet podľa ciachových závislostí a výpočet výkonu podľa vzťahu:

$$P = M_k \cdot \omega \text{ [W, Nm, rad} \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde: P — odoberaný výkon

M_k — krútiaci moment

ω — uhlová rýchlosť otáčania

VÝSLEDKY

Charakteristika riadku kukuričného kôrovia vytvoreného zberacou mláťačkou E-516 s adaptérom MFKA-6013 SA je uvedená v tab. II. Percentuálne zastúpenie hmotnostných podielov jednotlivých dĺžkových intervalov častíc kukuričného kôrovia v riadku pred zberom a po zbere zberacím návesom MV 3-030 s rezacím ústrojenstvom je znázornené na obr. 2.

Merania sa uskutočnili na rovinatých pozemkoch JRD Družba Šaľa, hospodársky dvor Hetmín. Zo sledovania exploatačných ukazovateľov pracovnej súpravy (traktor Z-8145 so zberacím návesom MV 3-030) boli zistené tieto stredné hodnoty základných ukazovateľov:

— pracovná rýchlosť	5,7 km . h ⁻¹
— prepravná rýchlosť	14,5 km . h ⁻¹
— priechodnosť zberacieho a rezacieho ústrojenstva	4,6 kg . s ⁻¹
— dopravná vzdialenosť	3,1 km
— spotreba nafty pri zbere a doprave kôrovia	6,95 l . ha ⁻¹
— výkonnosti: $W_1 =$	1,50 ha . h ⁻¹
$W_{02} =$	0,86 ha . h ⁻¹
$W_{04} =$	0,80 ha . h ⁻¹

Meranie energetickej náročnosti bolo zamerané na zistenie príkonu potrebného pre prácu zberacieho a rezacieho ústrojenstva MV 3-030. Realizovalo sa pri troch pracovných rýchlostiach súpravy a troch rôz-

nych stupňoch zaplnenia zberacieho návesu. Namerané a vypočítané hodnoty merania energetickej náročnosti uvádza tab. III. Pri meraní č. 10 bol naplnený zberací náves na maximum, do vypnutia poistnej spojky pohonu.

DISKUSIA

Zberací náves MV 3-030 je určený pre zber, nakladanie, porezanie, dopravu a vyloženie objemových hmôt, predovšetkým tenkostebelných krmovín a slamy. Overenie možnosti jeho využitia v iných podmienkach, ako tých, ktoré stanovil výrobca, ukázalo na možnosť, ako rozšíriť jeho exploatáciu i na zber podrveného kukuričného kôrovia. Dvojročné overovanie ukázalo, že prevádzkové nasadenie zberacieho návesu si vzhľadom na jeho spoľahlivosť vyžaduje určité konštrukčné úpravy, ktoré by zvýšili pevnostné parametre plniaceho ústrojenstva návesu. Ide predovšetkým o pripojovacie prvky nosníkov so zdvojenými prstami k valčekovým reťaziam, prípadne o valčekové reťaze.

Dĺžkovou skladbou častíc kôrovia síce výsledná hmota nespĺňa požiadavky na výrobu siláže, ale z jej porovnania s pôvodným zberaným materiálom (obr. 2) je zrejмый účinok rezacieho ústrojenstva. Zlepšenie tohto parametra je možné len tým, že sa zvýši počet nožov v rezacom ústrojenstve.

Z porovnania priamych nákladov na realizáciu zberu kukuričného kôrovia (Šabík, 1987) zberacím návesom MV 3-030 ($89,0 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1}$) s pracovnou súpravou SPS-35 s adaptérom ORKAN a s dopravou rezanky nákladným automobilom Š-706 ($132,2 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1}$) pri dopravnej vzdialenosti 3 km vychádza úspora $43,2 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1}$ v prospech zberacích návesov MV 3-030.

Priechodnosť plniaceho a napájacieho ústrojenstva sa pohybovala v rozmedzí od $3,48$ do $5,72 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Potrebný príkon na činnosť zberacieho návesu v závislosti od stupňa jeho zaplnenia dosahoval hodnoty $6,06$ až $23,63 \text{ kW}$. V porovnaní s hodnotami príkonu, ktoré uvádza Maleř (1985) na zber slamy obilnín a zavädnutých krmovín, je príkon potrebný na pohon zberacieho návesu pri zbere kukuričného kôrovia vyšší.

Literatúra

- JAKOBE, P. et al.: Konzervace krmiv. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1987. 264 s.
- MALEŘ, J.: Nová technika sklizně zrnin v 8. pětiletce. Praha, IVV MZVŽ ČSR 1985. 211 s.
- ŠABÍK, D.: Racionalizácia zberu kukuričného kôrovia. [Výskumná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1987. 53 s.

Došlo dňa 3. 5. 1989

РИХТЕР, Р. — ШАБИК, Д. — ГАВЕЛ, Ю. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, предприятие комбинат, Ровинка): *Уборка кукурузных стеблей убирающим привесом MV-3-030*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 571-576.

Мы обследовали возможности использования убирающего привеса MV 3-030 для уборки кукурузных стеблей рядовым адаптером МФКА-6013 СА на уборочной молотилке Е-516. Была определена производительность, и энергетическая требовательность с целью проверить пригодность технического решения уборочного и режущего устройства уборочного привеса.

потребляемая мощность на привод уборочного привеса; производительность; техническое решение

RICHTER, R. — ŠABÍK, D. — HAVEL, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *Cornstalk Picking by an MV 3-030 Pick-up Semitrailer*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 571-576.

Verification was carried out of the use of an MV 3-030 pick-up semitrailer for cornstalks put into rows by the MFKA-6013 SA attachment on an E-516 picker-sheller. Performance and energy demands were defined with the aim to verify a suitability of the technical design of picking and cutting mechanisms of the pick-up semitrailer.

power input for a pick-up semitrailer; performance; technical design

RICHTER, R. — ŠABÍK, D. — HAVEL, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): *Maisstrohernte mit Hilfedes Sammelauflegers MV 3-030*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (9) : 571-576.

Wir überprüften die Möglichkeiten zum Einsatz des Sammelauflegers MV 3-030 für die Ernte des mit Hilfe des Adapteurs MFKA-6013 SA auf dem Mähdrrescher E-516 in Schwaden gelegten Maisstrohs. Wir legten die Leistung und den Energieaufwand mit dem Ziel fest, die Eignung der technischen Lösung des Sammel- und Schneidewerkes des Sammelauflegers zu testen.

Leistungbedarf des Antriebs des Sammelauflegers; Leistung; technische Lösung

Adresa autorov:

Ing. Rudolf Richter, CSc., ing. Daniel Šabík, ing. Juraj Havel, CSc., Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

Grohmann L.: Ten Tensile and Working Resistance of Bean Cutters with Various Speeds of Operation	562
Heriban P., Tóth R.: The Calculation of Proper Frequencies of a Torsionally Oscillating System	569
Richter R., Šabík D., Havel J.: Cornstalk Picking by an MV 3-030 Pick-up Semitrailer	576

INHALT

Studeník B., Hrajnoha M.: Festlegung der Zyklen der Kontrolle des technischen Zustandes der Milchkühlanlagen (E)	524
Tomlein P.: Sanierung der Schläuche der Melkanlagen	533
Kuča J.: Bewertung der Gebrauchswassererwärmung mit Hilfe einer Wärmepumpe	544
Koštan M., Macháček M., Cagáň Š.: Veränderung der Lückenhaftigkeit der Maiskolbensicht während der atmosphärischen Trocknung	554
Grohmann L.: Zug- und Arbeitswiderstand der Bohnenschwandmäher bei verschiedenen Fahrtgeschwindigkeiten	562
Heriban P., Tóth R.: Berechnung der Eigenfrequenz des torsionsschwingenden Systems	570
Richter R., Šabík D., Havel J.: Maisstrohernte mit Hilfe des Sammelauflegers MV 3-030	576

Rukopisy odevzdány k tisku 26. 5. 1989 — Podepsáno k tisku 10. 8. 1989

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1989

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6.