

Národní
knihovna

477/39



NK

35670P

VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

NÁRODNÍ KNIHOVNA



1001732377

1

ROČNÍK 24 (LI)
PRAHA
LEDEN 1978
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Rídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
doc. ing. Marko Duriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc.,
ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing.
Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, Jan Květoň, ing. Ján Ku-
chár, ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc.,
prof. ing. Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavičková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1978

■

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

■

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

■

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

■

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

TEORETICKÝ ROZBOR PROCESU VÝMLATU ĎATELINOVÍN

J. Jech

JECH, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Teoretický rozbor procesu výmlatu datelínovín*. Zeměd. Techn., 2⁴, 1978 (1): 1–10.

V práci sú uvedené experimentálne overené teoretické poznatky charakterizujúce proces výmlatu datelínovín (lucerny sietej a dateliny lúčnej) upraveným mláťacím mechanizmom. Výmlat sa uskutočnil na laboratórnom modeli mláťacieho mechanizmu. Pri sledovaní kvality výmlatu boli použité štyri typy mláťacích lišt a dva typy mláťacieho (vyľušťovacieho) koša. Stupeň vyľušťovania bol sledovaný v závislosti od konštrukčných zmien mláťacieho mechanizmu, obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna a pracovnej medzery medzi košom a bubnom. Z výsledkov sú vyvedené závery a doporučania, ktoré majú zlepšiť konštrukčné riešenie mláťacieho mechanizmu pre výmlat datelínovín. Riešenie je vhodné pre všetky typy lištových mláťacích mechanizmov. Z výsledkov vyplývajú úlohy pre výskum a konštrukciu.

mláťacia lišta; mláťací kôš; poškodenie semien; straty; nedomlatky

Výmlat obilnín bol sledovaný a podrobne teoreticky rozpracovaný mnohými autorami. Z literatúry sú známe závislosti vplyvu obvodovej rýchlosti, pracovnej medzery, priechodnosti a vlhkosti na kvalitu práce mláťacích mechanizmov.

Štúdiom práce mláťacieho mechanizmu pre výmlat datelínovín sa v dostupnej literatúre zaoberalo málo autorov. Sú známe práce autorov Csaba (1957), Mikulíka (1960), Nilssona (1966), Žurkina (1966) a Kotelnikova (1975), ktorí riešili otázku úpravy mláťacieho mechanizmu a sledovali proces výmlatu iba čiastočne.

V predkladanej práci je teoreticky rozpracovaný proces mlátenia datelínovín upraveným mláťacím mechanizmom v závislosti od obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna.

MATERIÁL A METÓDA

V laboratórnych podmienkach bol sledovaný proces výmlatu datelínovín upraveným mláťacím mechanizmom. Zmyslom laboratórnych skúšok bolo overiť funkciu upraveného mláťacieho mechanizmu a prešetriť proces výmlatu datelínovín.

Pri riešení uvedenej problematiky bol zvolený tento metodický postup:

1. Charakterizovanie sledovaného materiálu:

- a) pre merania sme použili semenný materiál lucerny sietej a dateliny lúčnej,
- b) semenný materiál bol vysušený a uskladnený,

- c) podiel vlhkosti materiálu sme určili normalizovanou metódou pred meraním,
d) určili sme priemernú dĺžku byle a pomer zrna k slame.

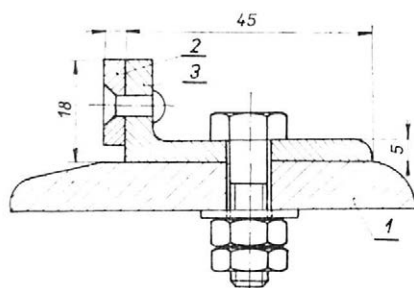
2. Podmeinky meraní:

- a) merania sme robili na modelovom zariadení mlátiaceho mechanizmu, ktorý bol upravený pre výmlat datelinovín,
b) pri výmlate bol sledovaný obyčajný mlátiaci kôš a kôš upravený s prídavným zariadením (vyľušťovací kôš) pre zvýšenie vyľušťovacieho účinku,
c) mlátiaci bubon pre jednotlivé merania sme upravili tak, že sme menili mlátiacie lišty ryhované (ako pre výmlat obilnín), lišty L-profilu, U-profilu a lišty gumené (G),
d) pre všetky merania sme použili vzorku o rovnakej hmotnosti,
e) vlhkosť mláteného semenného materiálu bola konštantná,
f) rýchlosť podávacieho dopravníka bola konštantná, podávanie materiálu do mlátiaceho mechanizmu bolo strukmi dopredu.

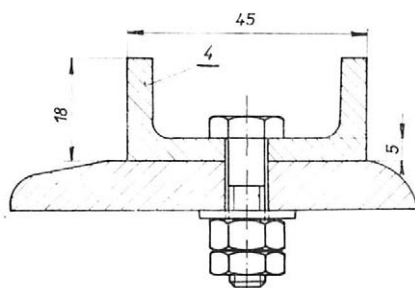
3. Kvalitu práce mlátiaceho mechanizmu sme sledovali v závislosti od:

- a) konštrukčných úprav mlátiaceho koša,
b) konštrukčných úprav mlátiacich lišt,
c) obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna,
d) zmeny pracovnej medzery
e) druhu mlátenej plodiny.

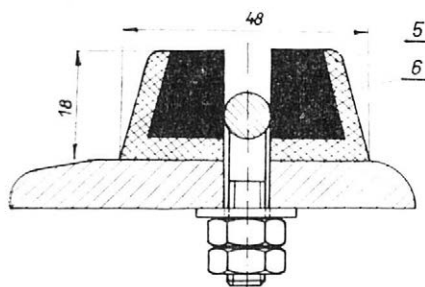
TYP LIŠTY : L



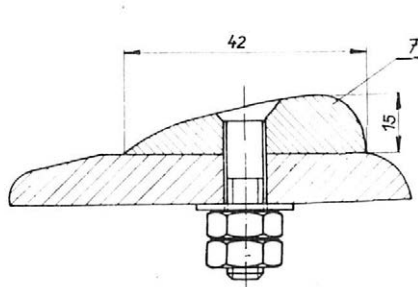
TYP LIŠTY : U



TYP LIŠTY : G



TYP LIŠTY : N



1. Typy použitých mlátiacich lišt: 1 — mlátiaci bubon, 2 — pásová oceľ, 3 — profil L, 4 — profil U, 5 — gumotextil, 6 — guma, 7 — normálna ryhovaná lišta N — Types of used threshing bars: 1 — threshing drum, 2 — strip steel, 3 — L-iron, 4 — U-iron, 5 — rubberized textile, 6 — rubber, 7 — common grooved bar N

V závislosti od faktorov uvedených v 3. bode bol sledovaný stupeň uvoľnených (vymlátených) a neuvoľnených (nevymlátených) semien.

Pri meraniach sme použili tieto kombinácie sledovaných parametrov:

Použili sme päť a v niektorých prípadoch šesť rôznych obvodových rýchlostí 23, 26, 30, 34, (36), 38, (40) m s⁻¹.

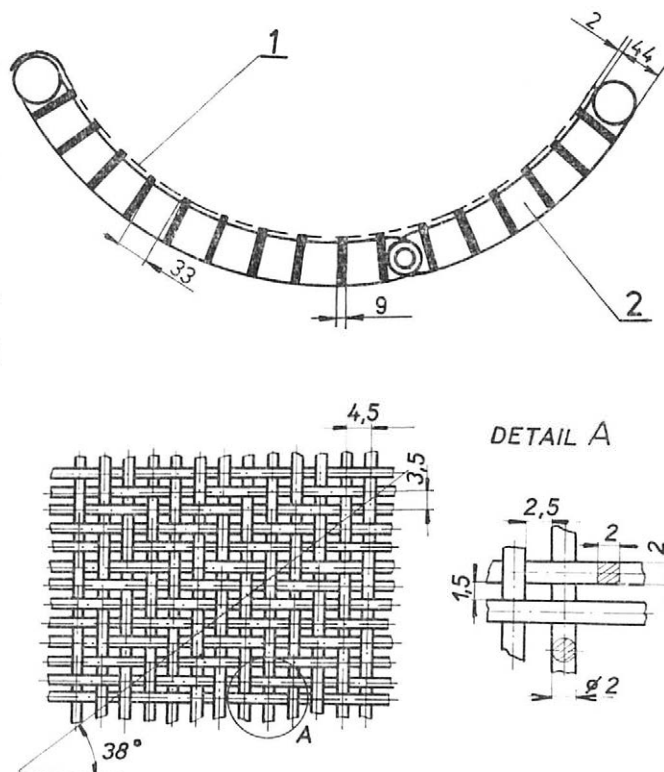
Pre každú obvodovú rýchlosť bolo použitých päť pracovných medzier: 10/7, 10/6, 10/5, 10/4, 10/3 mm/mm.

2. Mláfacie koše:

- a) 1 — vylušťovací kôš — E
2 — normálny mláfací kôš — K
b) spôsob pletenia drôteného vylušťovacieho koša — E

Concave grates:

- a) 1 — huller — E
2 — common concave grate — K
b) pattern of a weaving of the wire huller — E



Pre uvedené vzájomné kombinácie obvodovej rýchlosti a pracovnej medzery mláťacieho mechanizmu sme odskúšali vzájomné kombinácie dvoch typov mláťacích košov (obr. 1) a štyroch typov mláťacích lišt (obr. 2). Uhol opásania košov bol 120°.

VÝSLEDKY

Podľa výsledkov (Jech, 1972) množstvo uvoľnených semien závisí najviac od zmeny obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna. Vplyv pracovnej medzery v sledovanom rozsahu, ako ukázal *T*-test, na priebeh uvoľňovania (vylušťovania) je málo preukazný. Pre náš prípad predpokladajme, že pracovná medzera, priechodnosť a vlhkosť sledovaného materiálu sú konštantné pri nezmenených konštrukčných parametroch mláťacieho mechanizmu. Potom závislosť vylúštených semien od obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna môžeme vyjadriť diferenciálnou rovnicou.

Môžeme predpokladať, že elementárny prírastok uvoľnených semien dy v závislosti od zmeny obvodovej rýchlosti mlátačieho bubna dv môžeme vyjadriť v tvare:

$$\frac{dy}{dv} = f_1(v) \cdot f_2(K - y) \quad (1)$$

kde: y — množstvo uvoľnených semien pri danej rýchlosti

K — konštanta, ktorá vyjadruje maximálne možné množstvo uvoľnených semien vyjadrené v percentách a teoreticky je rovné 100 %

Funkcia f_1 vyjadruje priamu závislosť medzi množstvom uvoľnených semien a obvodovou rýchlosťou mlátačieho bubna.

Funkcia f_2 vyjadruje priamu závislosť medzi množstvom uvoľnených semien a maximálnym množstvom semien, ktoré treba uvoľniť (K).

Po vyjadrení funkcií f_1 a f_2 dostane diferenciálna rovnica (1) tvar:

$$\frac{dy}{dv} = c \cdot y(K - y) \quad (2)$$

kde: c — konštanta pre vyjadrenie priamej závislosti medzi hodnotou elementárneho prírastku výmlatu (uvoľnených semien) a veľkosťou maximálneho množstva semien, ktoré treba vymlátiť

Keď dosadíme za

$$c \cdot K = b$$

potom rovnica (2) nadobudne tvar:

$$\frac{dy}{dv} = b \cdot y \left(1 - \frac{y}{K} \right) \quad (3)$$

separáciou premenných dostaneme:

$$\frac{dy}{y} + \frac{dy}{K - y} = b \cdot dv \quad (4)$$

Množstvo uvoľnených semien dostaneme integrovaním rovnice (4):

$$\int \frac{dy}{y} + \int \frac{dy}{K - y} = b \int dv \quad (5)$$

Vykonaním naznačenej integrácie dostaneme tvar:

$$\ln y - \ln(K - y) + k_1 = b \cdot v + k_2 \quad (6)$$

pričom k_1 a k_2 sú integračné konštanty, ktoré nahradíme jednou konštantou:

$$a = -(k_2 - k_1)$$

Po úpravách bude mať rovnica (6) tvar:

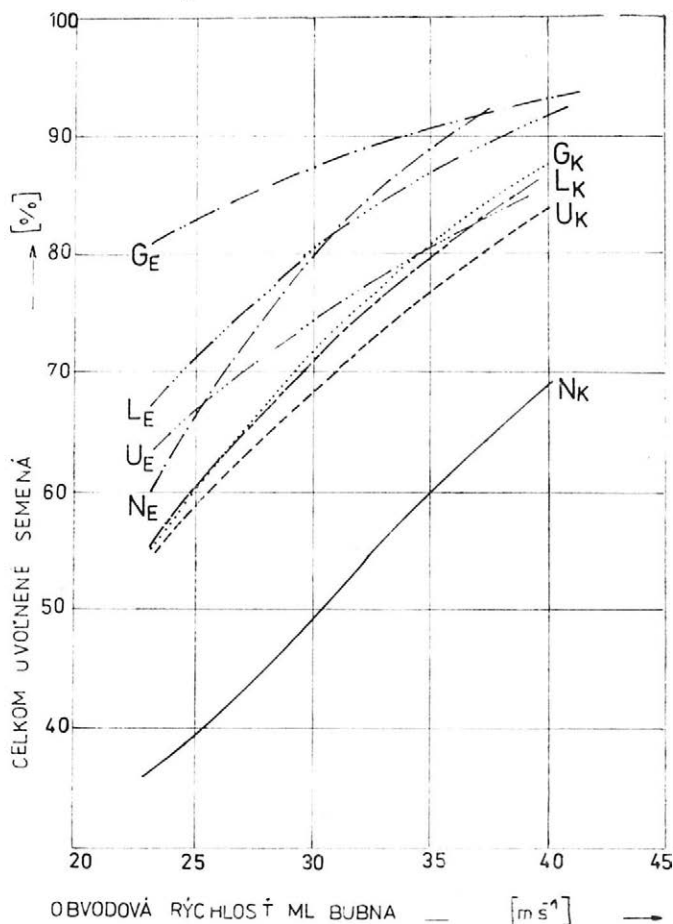
$$y = \frac{K}{1 + e^{a-b \cdot v}} \quad (7)$$

Z rovnice (7) vyplýva, že množstvo uvoľnených semien pri danej obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna je priamo úmerné maximálnemu množstvu semien K , ktoré treba uvoľniť (vylúštiť) a nepriamo úmerné výrazu v menovateli $[1 + \exp(a - b \cdot v)]$.

Uvedený tvar funkcionálnej závislosti vyhovuje danému procesu pri výmlate, pretože:

$$\lim_{v \rightarrow \infty} \frac{K}{1 + e^{a-b \cdot v}} = K \quad (8)$$

To znamená, že so zvyšujúcou sa obvodovou rýchlosťou mlátiacieho bubna sa uvoľňovanie (vylušťovanie) semien zvyšuje a blíži sa asymptoticky k hranici 100 %. Pri dosiahnutí hranice 100 % $y = K$ a elementárny prírastok $\frac{dy}{dv} = 0$, čo teoreticky vyjadruje, že uvoľňovanie semien pri výmlate dosiahlo maximum.



3. Celková hmotnosť uvoľnených semien lucerňy sietej v závislosti od obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna pri sledovaných úpravách – Total weight of the lucerne seed released depending on the peripheral velocity of the threshing drum with adjustments tested

Keď sa obvodová rýchlosť mlátiaceho bubna blíži k nule, potom limita funkcie bude:

$$\lim_{v \rightarrow 0} \frac{K}{1 + e^{a-b \cdot v}} = \frac{K}{1 + e^a} \quad (9)$$

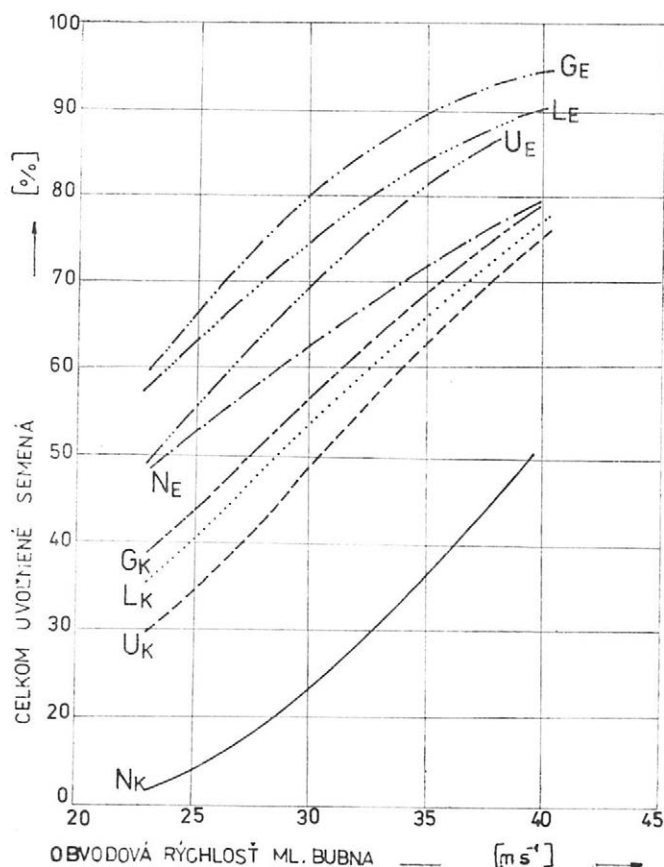
Hodnota limity $v = 0$ vyjadruje, že v danej privádzanej hmote je určitá časť semien (zŕn) uvoľnená tzv. samovýmlatom. Potom konštanta a bude závisieť od vlastností mlátenej hmoty (zrelosť, vlhkosť, samovypádávanie semien z plodov, odrodové vlastnosti a iné). Konštanta b bude vyjadrovať v prevažnej miere vplyv konštrukčných parametrov na kvalitu výmlatu.

Z uvedeného vyplýva, že sa percento uvoľnených (vylúštených) semien vplyvom zmeny obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna bude pohybovať v rozpätí:

$$\frac{K}{1 + e^a} \leq y_i \leq K \quad (10)$$

Rovnica (7) vyhovuje sledovanému technologickému procesu pri výmlate ďatelinovín a vystihuje jeho charakter.

Z priebehu uvedenej funkcie [rovnica (7)] pri známych hodnotách konštánt a , b a ich



4. Celková hmotnosť uvoľnených semien ďateliny lúčnej v závislosti od obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna pri sledovaných úpravách — Total weight of the purple clover seed released depending on the peripheral velocity of the threshing drum with the adjustments tested

významu môžeme určiť vhodnú obvodovú rýchlosť mlátiacieho bubna, ktorá bude zaručovať kvalitný výmlat. Teoretické rozpracovanie a experimentálne overenie tohoto predpokladu vyžaduje samostatnú štúdiu.

Podľa odvodennej rovnice (7) boli na základe experimentálnych výsledkov vyhľadane teoretické krivky. Hodnoty indexu korelácie potvrdzujú správnosť teoretických predpokladov.

Závislosť uvoľnených (vylúštených) semien od rýchlosti pre sledované úpravy mlátiacieho mechanizmu a plodiny je znázornená na obr. 3 a 4. Aproximačné konštanty a indexy korelácie týchto závislostí sú uvedené v tab. I.

I. Aproximačné konštanty a indexy korelácie — Approximate constant values and correlation indices

Celkom uvoľnené semená							
$Y = \frac{100}{1 + e^{a - bv}}$							
Lucerna siata				Ďatelina lúčna			
úprava mlátiacieho mechanizmu	<i>a</i>	<i>b</i>	index korelácie	<i>a</i>	<i>b</i>	index korelácie	číslo obr.
<i>N_K</i>	2,53888	0,08432	0,9941	4,97016	0,12541	0,9797	3
<i>L_K</i>	2,07479	0,09958	0,9322	2,93405	0,10707	0,9757	
<i>U_K</i>	1,85897	0,08840	0,9852	3,55212	0,11708	0,9970	
<i>G_K</i>	2,28358	0,10755	0,9924	3,05847	0,10694	0,9670	
<i>N_E</i>	2,92504	0,14448	0,9993	1,98214	0,08366	0,8664	
<i>L_E</i>	1,64549	0,10241	0,9399	2,22680	0,11066	0,9818	4
<i>U_E</i>	1,20934	0,07639	0,9142	2,93445	0,12582	0,9966	
<i>G_E</i>	0,24426	0,07303	0,9628	2,90735	0,14323	0,9867	

Všetky znázornené závislosti na obr. 3 a 4 platia pre tieto podmienky: priechnosť 2,8 kg s⁻¹, stredná pracovná medzera 10/5 mm/mm, pomer semena k slame u ďateliny lúčnej 1 : 10 a u lucerny siatej 1 : 22,9. Pomer semena k slame je urobený ako priemerná hodnota zo všetkých meraní (pomer semena k slame z metroviek neuvádzame). Vlhkosť sledovaného materiálu bola 12–15 %.

DISKUSIA

Analýza výsledkov sledovaných úprav mlátiacieho mechanizmu objasnila problematiku výmlatu ďatelínovín.

Ako najvhodnejšia mlátiacia lišta sa javí gumená lišta — G. Táto lišta dosahovala najvyšší stupeň vylušťovania (obr. 3, 4), málo poškodzovala semená (do 1 %), ktoré mali v dôsledku toho najvyššiu klíčivosť.

Ukázalo sa, že tvorba pliev priamo súvisí so stupňom vylušťovania, keď rastie vylušťovanie rastie aj množstvo pliev (drobných prímiesí); tento poznatok platí pre všetky úpravy.

Pomerne dobré výsledky dosahovala mlátiacia lišta L-profilu (obr. 3, 4); u tejto

lišty však vznikalo najväčšie poškodenie (do 3 %) semien zo všetkých sledovaných úprav a taktiež klíčivosť bola nižšia (85 % — poškodené klíčky, vnútorné poškodenie).

Výsledky vylušťovania, ktoré uvádza Mikulík (1960) pre túto mlátiacu lisťu s normálnym mlátiacim košom — K sme pri našich experimentoch (jedným prechodom hmoty mlátiacim mechanizmom) nemohli dosiahnuť ani s vylušťovacím košom — E. Zdá sa, že uvedené výsledky boli iba informatívne.

Mlátiacia lisť U-profilu sa kvalitou práce približovala k mlátiacej lisťi L-profilu. To aj zhruba zodpovedá, pretože šírka pracovnej plochy týchto lisťí bola takmer rovnaká.

Na základe výsledkov (Jech, 1972) a tiež teoretických predpokladov podľa rovníc Klenina (1968) sa ukazuje, že by sa dal dosiahnuť vysoký stupeň vylušťovania, keby sme zväčšili šírku pracovnej plochy uvedených mlátiacich lisťí (L a U-profilu). Zväčšenie šírky pracovnej plochy priaznivo ovplyvňuje vylušťovanie, ale záporne ovplyvňuje poškodenie semien, t.j. značne ho zvyšuje. Určenie optimálnej šírky pracovnej plochy, ktorá bude zabezpečovať kvalitný výmlat po stránke vylušťovania, poškodenia a klíčivosti, si vyžaduje experimentálne overenie.

Z výsledkov (Jech, 1975) viacročných experimentálnych meraní vyplýva, že na stupeň vylušťovania má vplyv nielen tvar mlátiacej lisťi, šírka pracovnej plochy, vylušťovací kôš, ale značný vplyv má aj druh materiálu, z ktorého je mlátiacia lisť vyrobená. Ako najvhodnejší materiál na mlátiacu lisťu pre výmlat ďatelinovín je taký materiál, ktorý zabezpečí vysoký trecí účinok (lisť — mlátený materiál), primeranú tvrdosť (aby nepraskali semená) a vysokú odolnosť proti opotrebeniu, t.j. aby tento materiál zabezpečil vysokú prevádzkovú spoľahlivosť mlátiacich lisťí. Daným požiadavkám, ako ukázali prevádzkové skúšky, zatiaľ najlepšie vyhovuje špeciálne upravená guma, čo je predmetom patentu PV-5186-75 RP 67/75.

Použití normálnej mlátiacej lisťi — N s normálnym mlátiacim košom — K pre výmlat ďatelinovín je nevhodné, pretože má veľmi nízky stupeň vylušťovania (obr. 3, 4). V dôsledku toho vzniknú straty na čistidle nedokonalým oddeľovaním nevylúštených semien od pliev (Jech, 1977).

Pri použití vylušťovacieho koša — E podstatne vzrástol vylušťovací účinok všetkých mlátiacich lisťí, a to najviac u lisťi — N. Z hľadiska vylušťovania je použitie vylušťovacieho koša — E výhodné. Normálny mlátiaci kôš — K je po stránke vylušťovania nevhodný, vyšší stupeň vylušťovania dosahoval iba s lisťou G a L pri rýchlostiach mlátiacich lisťí 35—40 m s⁻¹, ale aj tak vylušťovanie nebolo dostatočné (obr. 3, 4).

Vylušťovací kôš — E, ako uvádza Jech (1977), v porovnaní s košom — K spôsoboval o 1—2 % väčšie poškodenie semien.

Z hľadiska oddeľovania semien mlátiacim košom je výhodnejší normálny mlátiaci kôš — K než vylušťovací kôš — E. Pre výmlat ďatelinovín rozhodne treba brať ako prvoradé kritérium stupeň vylušťovania, pretože dokonalé vylušťovanie uľahčuje prácu čistidla (Jech, 1975), čím sa znižujú straty nevylúštených semien (uvolnené semená sa lepšie oddeľujú od pliev ako semená nevylúštené). Po stránke vylušťovania je veľmi dobre, že nevylúštené semená nemôžu prepadať cez vylušťovací kôš — E (obr. 2), čím sa zvyšuje pôsobenie mlátiacej lisťi a zvyšuje sa vylušťovanie.

Z rozboru výsledkov kvality práce je vhodnejší vylušťovací kôš — E ako normálny mlátiaci kôš — K a zo vzájomných kombinácií sledovaných úprav najlepšie výsledky dosiahla úprava: gumová mlátiacia lisť — G s vylušťovacím košom — E pre lucernu siatu a ďatelinu lúčnu (obr. 3, 4).

Rozbor práce všetkých sledovaných úprav pri výmlate ďateliny lúčnej poukazuje na nižší stupeň vylušťovania v porovnaní s výmlatom lucerny siatej. Z uvedeného vyplýva, že ďatelina lúčna pri výmlate kladie väčší odpor pri vylušťovaní semien ako lucerna siata, čo znamená, že ďatelina lúčna viacej potrebuje vylušťovanie (výmlat trením) ako lucerna siata. Tento poznatok sme zistili aj pri zbere kombajnom. Táto skutočnosť vyplýva z roz-

dielnosti plodov týchto dvoch plodín. Viacsemenné špirálovo stočené struky lucerny siatej sa relatívne ľahšie otvárajú pri pôsobení mláťacej lišty úderom ako jednosmenný struk ďateliny lúčnej. Tento jednosmenný struk je aj rozmerovo viacnásobne menší ako struk lucerny siatej, potom narušenie spojenia semena s viečkom za pomoci úderu mláťacou lištou je ťažké, pretože viečko strúčka nie je schopné prijať dostatočnú energiu od úderu pre narušenie tohto spojenia.

Vplyv obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna na kvalitu práce mláťacieho mechanizmu pri výmlate ďatelinovín je veľký. Prejavilo sa to u všetkých úprav a sledovaných plodín.

Z výsledkov vyplýva, že optimálna rýchlosť pre kvalitný výmlat ďatelinovín je 34–38 m s⁻¹, čo je viac ako sa bežne v praxi používa.

ZÁVER

Získané poznatky o uvoľňovaní (vylušťovaní), poškodzovaní a oddelovaní semien a o tvorbe pliev poukazujú na to, že charakter práce mláťacieho mechanizmu pri výmlate ďatelinovín je odlišný a zložitejší v porovnaní s obilninami.

Výsledky experimentálnych meraní dokázali, že na kvalitu práce mláťacieho mechanizmu pri výmlate ďatelinovín má veľký vplyv:

- obvodová rýchlosť mláťacieho bubna,
- tvar mláťacej lišty,
- tvar a dĺžka mláťacieho (vylušťovacieho) koša,
- materiál mláťacej lišty.

Vplyv pracovnej medzery v sledovanom rozsahu na kvalitu výmlatu je pomerne malý.

Pre prax navrhujeme používať úpravu mláťacieho mechanizmu: gumená mláťacia lišta — G a vylušťovací kôš — E. Táto úprava bude zaručovať kvalitný výmlat.

Na základe poznatkov odporúčame používať vyššiu obvodovú rýchlosť mláťacieho bubna, a to 34–38 m s⁻¹.

Z pracovných medzier odporúčame vstupnú pracovnú medzeru 10 mm, pre suchší materiál 12 mm a na výstupe 7–3 mm. Menšie výstupné medzery používať pri vlhšom materiáli.

Výsledky dokazujú, že nie je možné plne využiť priechodnosť kombajnu, pretože by vznikli veľké straty. Preto odporúčame pracovať pri zaťažení žalúziových sít do 0,60 kg m⁻² s⁻¹. Toto zaťaženie sít zodpovedá priechodnosti kombajnu E-512 2–2,5 kg s⁻¹, u SK-4 a SK-5 1,5–2 kg s⁻¹.

Predložené závery z výskumu sú prínosom:

- pre objasnenie procesu výmlatu ďatelinovín a pre výučbu,
- pre konštrukčné riešenie úprav mláťacieho mechanizmu,
- pre zvýšenie kvality výmlatu a zníženie strát.

Navrhované riešenie je aktuálne, čo dokazujú skúšky kombajnov v rokoch 1970–1977, kde sa kladne prejavilo podstatným znížením strát a poškodenia semien, čo má z hľadiska súčasných nízkych úrod semien (v priemere asi 100 kg z ha) ďatelinovín veľký význam.

Literatúra

CSABO, M.: Aprómag betakarítás AC-400 típusú aratósélőgéppel. Mezőgazdasági kiadó, Budapest 1957.

JECH, J.: Poľno-laboratórne skúšky kombajnu SM-500 pre výmlat ďatelinovín. [Záverečná práca.] Nitra 1971, Vysoká škola poľnohospodárska.

JECH, J.: Výmlat ďatelinovín. [Habilitačná správa.] Nitra 1972, Vysoká škola poľnohospodárska.

JECH, J.: Výskum použitia obilného kombajnu pre zber rôznych druhov poľnohospodárskych plodín (lucerna siata, ďatelina lúčna). [Záverečná správa č. ZT-0-7-1-6-4.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1975.

JECH, J.: Kačestvennyje pokazateli očistky zernouboročnovo kombajna pri uborke semenikov klevra krasnovo. Sbornik naučnych trudov MIISP, T. XIV, 1977.

JECH, J.: Vlijanije parametrov molotilnovo apparata na kačestvennyje pokazateli semjan pri vymolote mnogoletnich trav. Sbornik naučnych trudov, IISP, T. XIV, 1977.

KOTELNIKOV, A.: Issledovanie processa obmolota i separacii semjan krasnovo klevra dvuchbarabannym molotilnym apparatom kombajna SKD-5, „Sibirjak“. Celjabinsk 1975.

MIKULÍK, J.: Mechanizace sklizně pícnin na semeno. [Záverečná zpráva č. 7-618.] Praha – Řepy 1960, Výzkumný ústav zemědělské techniky.

NILSSON, E.: Nötning av Grovtröskat klöverfrö mod skördetröska. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala 1966.

ZURKIN, V. K.: Technologija uborki semjanikov i posleubočnaja obrabotka semjan mnogoletnich trav. Zemledelije, 7, 1966.

Došlo dňa 5. 10. 1977

EX, Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Теоретический анализ процесса обмолота бобовых. Земед. Techn., 24, 1978 (1): 1-10.

В работе приводятся экспериментально проверенные теоретические данные, характеризующие процесс обмолота бобовых (люцерны посевной и клевера лугового), при помощи усовершенствованного молотильного механизма. Обмолот был осуществлен на лабораторной модели молотильного механизма. При изучении качества обмолота применялись 4 типа бичей и два типа молотильной (терочной) деки. Степень вытирания изучалась в зависимости от конструктивных изменений в молотильном механизме, окружной скорости молотильного барабана и рабочего зазора между декой и барабаном. На основе результатов были сделаны выводы и даны рекомендации для улучшения конструкции молотильного механизма для обмолота бобовых. Решение годится для всех типов бичевых молотильных механизмов. Из результатов вытекают задачи для исследования и конструирования.

молотильные бичи; молотильная дека; повреждение семян; потери; недомолы

JECH, J. (University of Agriculture, Nitra): A Theoretical Analysis of the Process of Clover Threshing. Zeméd. Techn., 24, 1978 (1): 1-10.

In the report experimentally verified theoretical findings are presented which characterize the process of threshing clovers (lucerne and purple clover) by an adapted threshing mechanism. The threshing was performed by a laboratory model of the threshing mechanism. For following up the quality of threshing four types of threshing bars and two types of concave grates (huller) were used. The degree of hulling was observed in relation to the construction changes of the threshing mechanism, to the peripheral velocity of the concave grate and the work space between the concave grate and the drum. From the results conclusions and recommendations were drawn aiming at an improvement of the threshing mechanism for clovers. The solution is suitable for all types of bar threshing mechanisms. From the results tasks ensue for further research and design development.

threshing bar; concave grate; damaged seed; losses; cylinder losses

Adresa autora:

Doc. ing. Ján J e c h, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

ZKOUŠKY KOMPRESOROVÉHO CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ S AKUMULACÍ CHLADU

B. Groda, J. Mengler, K. Voznica

GRODA, B. — MENGLER, J. — VOZNICA, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno; Strojní a traktorová stanice, Brno): *Zkoušky kompresorového chladicího zařízení s akumulací chladu*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1): 11–26

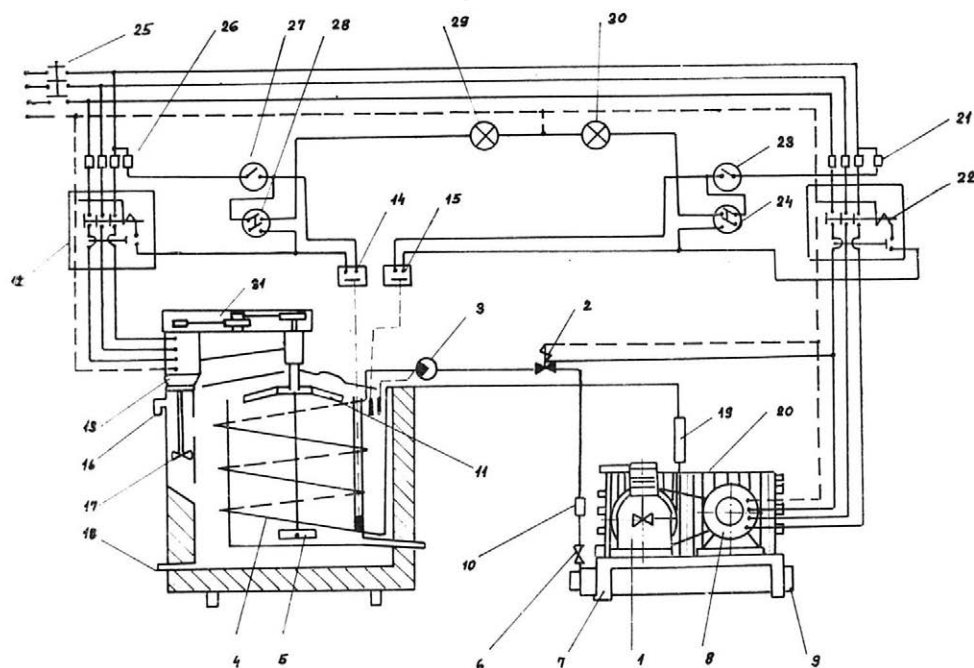
Příspěvek uvádí způsob měření tepelných výkonů chladicího zařízení s akumulací chladu a tepelné charakteristiky určené z těchto výkonů. Zabývá se úpravou chladicího okruhu, která umožní měření, a přesností, s kterou použité přístroje pracují. Popisuje možnosti, resp. druhy zkoušek chladicího zařízení, které realizovaný měřicí stav dává. Zabývá se také zkouškami tepelných výkonů v době akumulace chladu a v době přítoku a chlazení mléka, tj. při využívání chladicího zařízení v provozu.

akumulátor chladu; chladicí kompresor; teplotní, tepelné poměry; tepelný, chladicí výkon; termočlánek; odporové čidlo teploty; chladicí oběh; únavový provoz; ustálený, neustálený stav; stékající vrstva

Základním a významným předpokladem pro získání a uchování kvalitní suroviny na výrobu mléčných produktů je účinné ošetřování mléka v zemědělské prvovýrobě, tj. v zemědělských závodech. V nich se mléko ošetřuje — čistí a chladí. Na tyto operace navazuje skladování do doby svozu. Náš příspěvek je zaměřen na problematiku chlazení.

Technologické požadavky na strojní chlazení mléka po nadojení vymezuje ČSN 46 6104 — Ošetření a uchování syrového mléka po nadojení.

V současné době se v zemědělské praxi nejvíce používají chladicí kompresorová zařízení s akumulací chladu v plášťovém akumulátoru chladu, který tvoří mezistěnný prostor mléčné a vodní nádrže, chladicí a úchovné nádrže mléka. V tomto prostoru je uložena spirála trubkového výparníku (4). Činnost elektromotoru (8) chladicího kompresoru (1) a elektromotoru míchadel (12) — ledové vody (17), mléka (5) je řízena termostaty (14, 15). Funkční schéma zapojení a ovládání znázorňuje obr. 1. U nás vyráběná a používaná chladicí zařízení mají objem mléčné nádrže 0,5 a 1,0 m³ a nesou typové označení T-504, T-505, T-1004, T-1005. Jednotlivé typy se liší druhem používaného chladiva a typem kompresorové jednotky. Používání těchto chladicích zařízení navrhuje i nová soustava strojů pro komplexní mechanizaci zemědělství ve stájích s ošetřovaným množstvím mléka do 4,0 m³. Pro větší stáje soustava navrhuje chladicí zařízení s akumulací chladu, ale s deskovým chladičem a tepelně izolovanou úchovnou nádrží. U nás vyráběné a do zemědělské velkovýroby zaváděné zařízení tohoto druhu má typové označení T-452, a T-468. Z hlediska přenosu tepla a tepelných poměrů při vlastním chlazení mléka jsou chladicí zařízení s chladicí a úchovnou nádrží a plášťovým akumulátorem chladu složi-

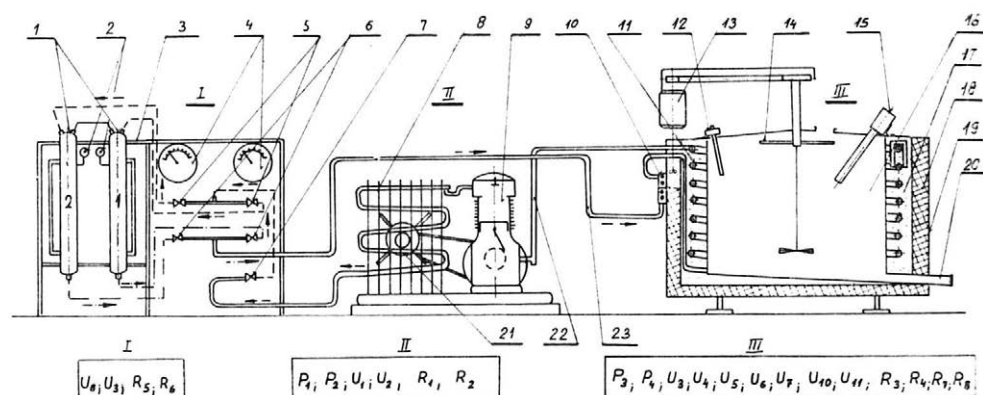


1. Schéma zapojení a ovládání chladicího zařízení T-505 — Diagram of connexion and control of the T-505 equipment

tější. Vzhledem k míře jejich rozšíření v naší zemědělské praxi a vzhledem ke skutečnosti potvrzené praxí, že toto zařízení při exploataci mnohdy nevyhoví požadavkům technologické normy ČSN 46 6104, bylo zhotoveno měřicí zařízení pro komplexní studium — měření tepelných charakteristik. Měřicí aparatura byla instalována na chladicím zařízení T-505, včetně úprav chladicího oběhu. Měřicí trať vyhovuje požadavkům ČSN 14 0613 a ČSN 14 0611 pro zkoušení chladicích kompresorů a chladicích zařízení. Výsledky měření a vyhodnocení budou modelově obdobné i pro chladicí zařízení s větším objemem úchovné válcové nádrže.

MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

Pro měření tepelných, resp. chladicích výkonů, byla podle ČSN 14 0613 vybrána metoda „G“. Pro její realizaci bylo nutné upravit chladicí okruh. Dispoziční schéma této úpravy je znázorněno na obr. 2. Pro určení chladicího výkonu je nutné měřit průtok chladiva, teploty a tlaky v tzv. kritických místech oběhu. Pro měření průtoku chladiva (Q_{mF}) podle metody „G“ bylo použito dvou stojatých tlakových nádob (1), propojených ležatými sběrnými kusy, které jsou opatřeny ventily v každé horní (5) a spodní části (6) potrubí mezi sběrnými kusy a nádobou. Tlak v okruhu je stále vyrovnán spojovacím potrubím o světlosti Js6, které spojuje horní parní části obou odměrných tlakových nádob. Každá nádoba je opatřena hladinovým znakem. Horní sběrný kus je spojen s výstupní stranou kondenzátoru (8) a spodní sběrný kus se sběračem kapalného chladiva (je-li jej použito), nebo se vstupní částí expanzního termostatického ventilu (10). Průtok chladiva se měří určením času potřebného pro shromáždění známého objemu chladiva. Průměr odměrných nádob je zvolen tak, aby výška shromážděného chladiva byla alespoň 150 mm



2. Schéma chladicího a měřicího zařízení — Diagram of cooling and measuring equipment

— — — — přítok kapalného chladiva k odměrným nádobám

- - - - odtok kapalného chladiva z odměrných nádob

$U_1 - U_{11}$ termoelektrické napětí termočlánků (Cu—Ko)

$R_1 - R_8$ odpor odporových čidel teploty (Pt)

$P_1 - P_4$ tlak v kritických místech oběhu

1 — odměrné nádoby

2 — manometry — dva kusy — tlak v odměrných nádobách

3 — měřicí panel

4 — manometry — čtyři kusy

5 — napouštěcí kohouty

6 — vypouštěcí kohouty

7 — hlavní ovládací kohout

8 — kondenzátor

9 — kompresor

10 — expanzní ventil, termostat míchadla mléka, termostat řídící provoz chladicí jednotky

11 — výparník

12 — termostat

13 — elektromotor míchadla

14 — rozlévací zařízení

15 — topné těleso

16 — nádrž na mléko

17 — vnitřní prostor akumulátoru chladu

18 — tepelně izolovaný vnější plášť nádrže

19 — vnější plášť úchovné nádrže

20 — výtokový kohout mléka

21 — elektromotor kompresorové jednotky

22 — sací potrubí

23 — výtlačné potrubí

a doba měření nebyla kratší než dvě minuty. Podle tab. I a II činí výška shromážděné kapaliny 250 mm, doba měření má rozmezí od 218,0 do 363,0 s, což odpovídá požadavku normy.

K určení chladicího výkonu se zaznamenává:

- doba potřebná k shromáždění daného objemu chladiva (elektrickými stopkami),
- teplota kapaliny v plněné nádobě (termočlánkem Cu—Ko označeným U_q a odporovým čidlem P_{tkm} označeným R_6 — obr. 2),
- objem, resp. výška sloupce kapaliny chladiva (hladinovznaky odměrných nádob).

I. Tepelné výkony v době akumulace chladu - Heat outputs in the period of accumulation of cold
Doba provozu 500 hodin

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Čas měření	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
P_1 (MPa)	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,06	0,09	0,08	0,06	0,08
t_1 (°C)	12,00	12,00	8,00	10,00	8,50	10,00	10,00	10,00	10,00	11,00
$10^{-3} i_{1pr}$ (J kg ⁻¹)	1010,84	1011,24	1009,19	1010,38	1009,78	1010,92	1010,38	1010,68	1010,92	1011,28
P_2 (MPa)	0,84	0,83	0,82	0,82	0,80	0,78	0,82	0,82	0,74	0,76
t_2 (°C)	72,00	100,00	95,00	102,50	104,00	104,00	104,00	106,00	105,50	107,00
$10^{-3} i_{2pr}$ (J kg ⁻¹)	1041,48	1061,61	1058,03	1063,40	1065,35	1065,35	1064,48	1065,91	1066,42	1067,48
$10^{-3} a_{ad}$ (J kg ⁻¹)	30,64	50,37	48,84	53,02	55,57	54,43	54,10	55,23	55,50	56,20
t_1 (°C)	+3,00	1,50	-1,00	-2,00	-3,00	-3,00	-3,50	-4,00	-4,50	-4,50
$10^{-3} i'$ (J kg ⁻¹)	851,11	849,71	847,38	846,46	845,53	845,53	845,07	844,61	844,15	844,15
$10^{-3} i''$ (J kg ⁻¹)	1002,17	1001,51	1000,41	999,97	999,52	999,52	999,3	999,08	999,12	999,12
$10^{-3} (i''_4 - i'_4)$ (J kg ⁻¹)	151,06	151,80	153,03	153,51	153,99	153,99	154,23	154,47	154,97	154,87
x	0,250	0,345	0,325	0,360	0,345	0,400	0,380	0,385	0,410	0,410
$10^{-3} x (i'' - i'_4)$ (J kg ⁻¹)	37,77	52,37	49,73	52,26	54,13	61,60	58,61	59,47	63,54	63,54
$10^{-3} i_3 = i_4$ (J kg ⁻¹)	838,88	902,08	897,11	901,72	898,66	907,13	903,68	904,08	907,69	907,69
$10^{-3} q_o$ (J kg ⁻¹)	121,96	109,16	112,08	108,66	111,12	103,79	106,70	106,60	103,23	103,59
$10^{-3} q_k$ (J kg ⁻¹)	152,60	159,53	160,92	161,68	166,69	158,22	160,80	161,83	158,73	159,79
q_k/q_o (-)	1,251	1,461	1,436	1,488	1,500	1,524	1,507	1,518	1,538	1,543
ε (-)	3,980	2,167	2,295	2,049	1,999	1,905	1,972	1,930	1,86	1,843
t_6 (°C)	30,00	39,00	32,00	36,50	35,00	37,50	35,00	36,00	35,00	36,00
$10^3 v'_6$ (m ³ kg ⁻¹)	0,7747	0,7964	0,7794	0,7901	0,7865	0,7926	0,7865	0,7889	0,7865	0,7889
$10^{-6} q_v$ (J m ⁻³)	137,43	137,06	143,80	137,53	141,28	130,95	135,66	135,12	131,25	131,31

II. Tepelné výkony v době přítoku a chlazení mléka — Heat outputs in the period of milk inflow and cooling

Doba provozu 500 h

Číslo měření	Jednotka	1	2	3	4	5
Čas měření		16.25	17.00	17.30	18.00	18.30
P_1	MPa	0,06	0,06	0,065	0,065	0,07
t_1	°C	11,00	12,50	13,00	13,00	12,50
$10^{-3} i_{1pi}$	J kg ⁻¹	1011,52	1012,42	1012,72	1012,72	1012,42
p_2	MPa	0,65	0,65	0,72	0,75	0,81
t_2	°C	108,00	107,00	106,00	107,50	107,50
$10^{-3} i_{2pi}$	J kg ⁻¹	1068,95	1068,25	1066,77	1067,84	1066,99
$10^{-3} a_{ad}$	J kg ⁻¹	57,43	55,83	54,05	55,12	54,57
t_4	°C	-4,50	-0,50	0	0	-0,50
$10^{-3} i'_4$	J kg ⁻¹	844,15	847,85	848,31	848,31	847,85
$10^{-3} i''_4$	J kg ⁻¹	998,85	1000,63	1000,85	1000,85	1000,63
$10^{-3} (i''_4 - i'_4)$	J kg ⁻¹	154,70	152,78	152,54	152,54	152,78
x	—	0,395	0,40	0,385	0,39	0,39
$10^{-3} x (i''_4 - i'_4)$	J kg ⁻¹	61,11	61,11	58,73	59,49	59,58
$10^{-3} i_4 = i_1$	J kg ⁻¹	905,26	908,96	907,04	907,80	907,43
$10^{-3} q_o$	J kg ⁻¹	106,26	103,46	105,68	104,92	104,99
$10^{-3} q_k$	J kg ⁻¹	163,69	159,29	159,73	160,04	159,56
q_k/q_o	—	1,540	1,539	1,511	1,525	1,520
ε	—	1,850	1,853	1,955	1,903	1,924
t_6	°C	35,00	39,00	39,50	40,00	39,00
$10^3 v'_6$	m ³ kg ⁻¹	0,7865	0,7964	0,7977	0,7989	0,7964
$10^{-6} q_v$	J m ⁻³	135,10	129,91	132,48	131,33	131,83
T_1	s	348,00	290,00	264,20	272,00	272,40
$10^6 Q_{VF}$	m ³ s ⁻¹	7,758	9,310	10,219	9,926	9,912
P_{TK}	W	1048,14	1209,46	1303,82	1303,59	1306,70
$10^3 Q_{mF}$	kg s ⁻¹	9,864	11,690	12,810	12,424	12,446
P_{TK}'	W	1048,14	1209,46	1353,83	1303,59	1306,70
ΔP_{TK}	W	0	0	0	0	0
P_{ak}	W	566,49	652,65	692,38	684,81	679,18
$P_{kon d}$	W	1614,64	1862,10	2046,14	1988,34	1985,88
t_5	°C	+3,50	+2,25	+0,75	-0,25	-1,25
t_6	°C	-4,00	-2,25	-1,00	-0,25	-1,25

Číslo měření	Jednotka	1	2	3	4	5
Čas měření		16.25	17.00	17.30	18.00	18.30
t_7	°C	-1,70	-2,00	-1,50	-0,50	-1,25
$\varnothing t_5 \div t_7$	°C	-0,73	-0,67	-0,58	-0,33	-1,25
q_1	kg m ⁻³	917,15	917,14	917,13	917,09	917,23
V_1	dm ³	138,37	121,40	105,00	89,50	74,00
m_1	kg	126,90	111,34	96,30	82,08	67,87
c_1	kJ kg ⁻¹ °K	1,107	2,108	2,109	2,113	2,098
E_3	kJ	1,96	2,84	8,15	29,84	—
E_1	kJ	—	—	—	—	—
E_2	kJ	5187,70	5014,34	5167,70	5167,70	—
E_c	kJ	5189,66	5017,18	5175,85	5197,54	—
P_1	kW	3,460	2,389	2,875	2,887	—

Měření teplot v kritických, resp. charakteristických místech oběhu byla věnována mimořádná pozornost, neboť spolu s tlakem určují entalpii par a kapaliny chladiva ve stanovených bodech oběhu v i - p diagramu (obr. 3). Měřená místa a měřené fyzikální veličiny obsahuje schéma chladicího okruhu na obr. 4. Zapojení měřicích a vyhodnocovacích, resp. registračních přístrojů pro měření teplot a tlaků je znázorněno v blokovém schématu na obr. 5, ve kterém jsou rovněž uvedeny základní použité měřicí přístroje.

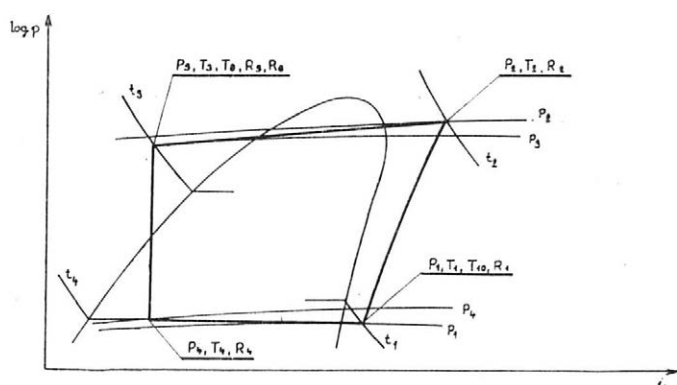
Při použití termočlánků Cu-Ko s gradientem 0,04 mV K⁻¹ a při vyhodnocování termoelektrického napětí technickým kompenzátořem METRA, resp. motorkompenzátořem (MKV) s přesností 10⁻³ mV, lze určit teplotu s přesností na desetinu stupně.

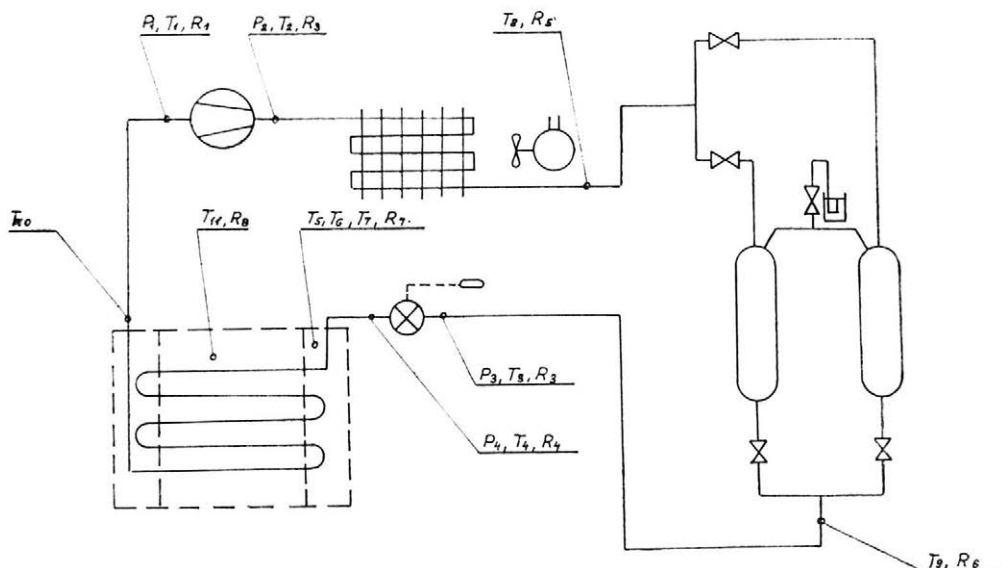
Duplicitně jsou měřeny teploty odporovými čidly. Pro platinová čidla Ptkm-100 platí vztah závislosti na teplotě:

$$R = 100 (1 + 0,00392 \cdot t) \quad (\Omega) \quad (1)$$

kde: t — teplota měřeného místa

3. Tepelný diagram chladicího oběhu — Thermal diagram of the cooling circuit





4. Schéma chladicího okruhu měření — Diagram of the cooling circuit of measuring

Čidla jsou zapojena do nevyváženého můstku. Vyvažování se uskutečňuje Wheatstonovým mostem a galvanoměrem PU-350 s přesností 0,01 ohmu. Tím se zpřesní měření teploty na 0,025 stupně.

Tlak v kritických místech oběhu je měřen deformačními kontrolními manometry typu 03 402 s chybou $\pm 2\%$. Při rozsahu stupnice 0–2,5 MPa s dělením 0,02 MPa lze spolehlivě odečítat tlaky s přesností 0,005 MPa. Dosahovaná přesnost měření jednotlivých veličin vyhovuje požadavkům ČSN 14 0611.

Měřicí zařízení tepelných, resp. chladicích výkonů je doplněno registračním wattmetrem Watreg III pro měření příkonů elektromotorů kompresoru a míchadel. Indukčním otáčkoměrem se měří otáčky kompresoru a míchadel. Pro tzv. únavový provoz chladicího zařízení je v mléčné nádrži instalováno třífázové topné těleso (obr. 2, pozn. 15) ovládané termostatem, jehož čidlo je umístěno do mléčné nádrže (obr. 6). Toto topné těleso pak dodává mléku, resp. referenční kapalině (vodě), množství tepelné energie, kterou v tomto únavovém chodu odvádí kompresorová kondenzační jednotka. Na takto upraveném chladicím zařízení je možné určovat změnu tepelných výkonů a opotřebení po různé době provozu.

Tepelný výkon chladicího zařízení lze určit z hmotnostního množství ledu a z doby jeho nárůstu. Objemové množství ledu se měří nepřímou, a to jako úbytek vody v akumulátoru chladu (obr. 7). Po nárůstu příslušného množství ledu se vyrovná původní hladina vody v akumulátoru chladu (1) a zbývající voda se čerpadlem (2) přečerpá do odměrné nádrže (4). Rozdíl tohoto množství a množství vody na začátku dává objemové množství vytvořeného ledu. Hmotnostní množství vytvořeného ledu (m_1) se určí ze vztahu:

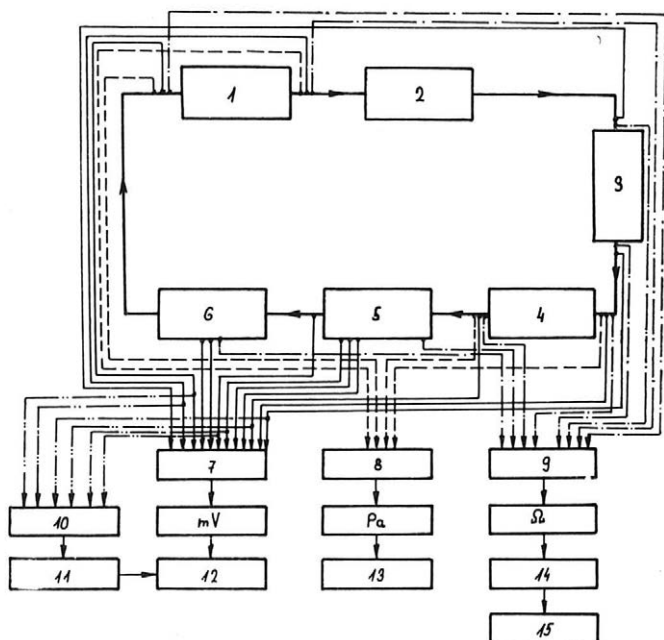
$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = (V_p - V_z)\rho_1 \quad (\text{kg}) \quad (2)$$

kde: V_1 — objem ledu na výparníku (m^3)

ρ_1 — měrná hmotnost ledu při dané střední teplotě ledu (kg m^{-3})

V_p — vodní objem akumulátoru chladu činí 0,350 m^3

V_z — zbývající objem vody v akumulátoru chladu po jisté době nárůstu ledu (m^3)



5. Blokové schéma zapojení přístrojů — Block diagram of equipment connexion

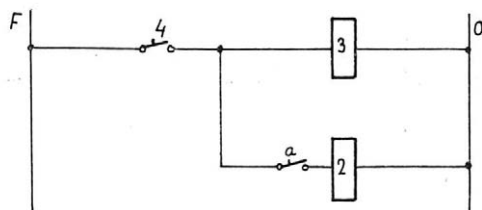
- okruh oběhu chladiva v chladicím zařízení
 - - - - - spojovací vedení termoelektrických dvojkových čidel teploty (Cu—Ko)
 - - - - - spojovací vedení odporových čidel teploty (Pt)
 - - - - - spojovací potrubí tlakoměrů

- 1 — kompresor
 2 — kondenzátor
 3 — odměrné nádoby
 4 — expanzní ventil
 5 — výparník
 6 — akumulátor chladu
 7 — měření napětí v mV
 8 — měření tlaku v Pa
 9 — měření odporu v Ω
 10 — kompenzátor QTK
 11 — termostat
 12 — motorkompenzátor MK
 13 — tlakoměry
 14 — Wheatstonův most
 15 — galvanoměr PU-350

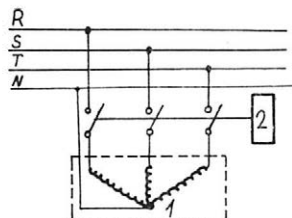
Zbývající objem vody v akumulátoru chladu (V_z) se určí z výšky sloupce kapaliny (h_i) v odměrné nádrži ze vztahu:

$$V_z = S \cdot h_i = a \cdot b \cdot h_i \quad (3)$$

kde: S — plocha horizontálního příčného řezu odměrné nádrže při rozměrech $a \times b$ (m^2)
 h_i — výška sloupce vody v odměrné nádrži (m)

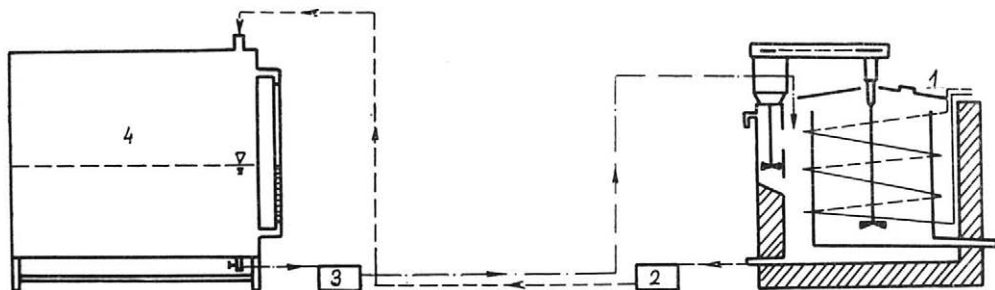


DETAIL:



6. Schéma zapojení a ovládání topného tělesa v úchovné nádrži — Diagram of connexion and control of the heating body in the storage basin

- 1 — 3 elektrické topné těleso
- 2 — 3 stykač
- 3 — termostat $O - 90^{\circ}C$
- 4 — vypínač
- 5 — koncový spínač



7. Schéma měření objemového množství ledu — Diagram of measuring the volume amount of ice

- 1 — úchovná nádrž s akumulátorem chladu
- 2 — vodní čerpadlo I
- 3 — vodní čerpadlo II
- 4 — přepouštěcí nádrž s hladinovým znakem

----- voda přečerpávaná z akumulátoru chladu do přepouštěcí nádrže
 voda přečerpávaná zpět do akumulátoru chladu

MĚŘENÉ PROVOZNÍ STAVY A METODY MĚŘENÍ

Zkušební trať umožňuje měřit tepelné výkony kompresoru a chladicího zařízení v různých provozních podmínkách, resp. při různém zatížení či po různé době provozu. Zároveň umožňuje v uvedených podmínkách bilancovat příkony hnacích motorů. Na základě rozboru měřených teplotních a tepelných poměrů lze určit součinitele prostupu a přestupu tepla jednotlivých teplosměnných ploch, tj. výparníku, vlastní mléčné nádrže a pláště úchovné nádrže. Rovněž lze analyzovat teplotní a tepelné poměry stékající

vrstvy mléka na teplosměnné ploše mléčné nádrže při jejím plnění za různých přítoků. Zkušební trať chladicího zařízení můžeme použít na měření:

I. v neustálených stavech provozu zařízení

- a — v době akumulace chladu,
- b — v době přítoku mléka a jeho chlazení;

II. v ustálených stavech;

III. tepelných výkonů

- a — chladicího kompresoru,
- b — chladicího zařízení.

Použití tohoto zařízení umožňuje

- A — stanovit součinitele přestupu a prostupu tepla funkčních teplosměnných ploch,
- B — stanovit prostup tepla pláštěm úchovné nádrže,
- C — analyzovat teplotní a tepelné poměry stékající vrstvy mléka.

Měření podle bodu Ia a Ib simuluje provozní podmínky exploatace. Provoz a měření v podmínkách podle bodu II odpovídá tzv. únavovému chodu chladicího zařízení. Opakování zkoušek podle bodu Ia a Ib po jistých dobách provozu zařízení v tzv. únavovém chodu umožňuje vyhodnotit změny tepelných výkonů, mechanických příkonů a opotřebení v závislosti na době provozu.

Pro jednotlivé druhy zkoušek — měření jsou sestaveny metodiky a tzv. standardní postupy měření, aby byla zabezpečena opakovatelnost periodických zkoušek.

VÝSLEDKY

V tomto příspěvku jsou uvedeny zkoušky podle bodů Ia, Ib, IIIa a IIIb. Tepelné parametry chladicího kompresoru a chladicího zařízení jsou vyhodnoceny podle vztahů:

— hmotnostní chladivost (q_o)

$$q_o = i_{1př} - i_4 \quad (\text{J kg}^{-1}) \quad (4)$$

— objemová chladivost (q_v)

$$q_v = \frac{q_o}{v'_6} \quad (\text{J m}^{-3}) \quad (5)$$

— adiabatická kompresní práce (a_{ad})

$$a_{ad} = i_{2př} - i_{1př} \quad (\text{J kg}^{-1}) \quad (6)$$

— entalpie (i_4)

$$i_4 = i'_4 + x(i''_4 - i'_4) \quad (\text{J kg}^{-1}) \quad (7)$$

— čerpací poměr (q_k/q_o)

$$\frac{q_k}{q_o} = 1 + \frac{1}{\varepsilon} \quad (\text{J J}^{-1}) \quad (8)$$

— chladicí faktor (ε)

$$\varepsilon = \frac{q_o}{a_{ad}} = \frac{i_{1pr} - i_4}{i_{2pr} - i_{4pr}} \quad (\text{W W}^{-1}) \quad (9)$$

— kondenzační teplo (q_k)

$$q_k = i_{2pr} - i_3 \quad (\text{J kg}^{-1}) \quad (10)$$

— chladicí výkon kompresoru (P_{TK}, P'_{TK})

$$P_{TK} = Q_{VF} \cdot q_V \quad (\text{W}) \quad (11)$$

$$P'_{TK} = Q_{mF} \cdot q_o \quad (\text{W})$$

— rozdíl chladicích výkonů (ΔP_{TK})

$$\Delta P_{TK} = (P_{TK} - P'_{TK}) \quad (\text{W}) \quad (12)$$

— adiabatický příkon komprese chladiva (P_{ak})

$$P_{ak} = Q_{mF} \cdot a_{ad} \quad (\text{W}) \quad (13)$$

— tepelný výkon kondenzátoru (P_K)

$$P_K = Q_{mF} \cdot q_K \quad (\text{W}) \quad (14)$$

— hmotnostní průtok chladiva (Q_{mF}) je určen objemovým měřením, podle kterého

$$Q_{mF} = Q_{VF} \cdot \rho' = Q_{VF} \cdot \frac{1}{v'} \quad (\text{kg s}^{-1}) \quad (15)$$

— objemový průtok chladiva (Q_{VF}) se určí ze vztahu

$$Q_{VF} = \frac{\pi D_e^2}{4} (h_{F2} - h_{F1}) \cdot \frac{1}{T_1} \quad (\text{m}^3 \text{s}^{-1}) \quad (16)$$

Chladicí výkon zařízení je dán podílem akumulované energie ledu (E_c) a doby jeho akumulace (T):

$$E_c = E_1 + E_2 + E_3 \quad (\text{J}) \quad (17)$$

Energie vody nutná pro ochlazení k bodu tuhnutí

$$E_1 = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (\text{J}) \quad (18)$$

Energie skupenské přeměny tuhnutí (voda-led)

$$E_2 = m_1 \cdot l \quad (\text{J}) \quad (19)$$

Energie podchlazení ledu je určena vztahem

$$E_3 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \quad (\text{J}) \quad (20)$$

Akumulovaný tepelný, resp. chladicí výkon ledu

$$P_L = \frac{E_c}{T} \quad (\text{W}) \quad (21)$$

Zpracované výsledky podle uvedených vztahů pro dobu akumulace chladu jsou obsaženy v tab. I, pro přítok a vlastní chlazení mléka v tab. II.

ROZBOR A DISKUSE

Z průběhu teplot v charakteristických místech chladicího okruhu, tak jak byly snímány v místech 1—11, je patrné, že teploty t_1 a hlavně t_4 se v rozsahu doby akumulace chladu od 0 do 1 hodiny ustalují. Tato doba, za kterou se ustálí chladicí oběh, vyplývá z teplotových podmínek výparníku, resp. akumulátoru chladu, ve kterém je uložen. Teplota vody akumulátoru chladu je v daném okamžiku 18°C . Toto množství vody svým tepelným obsahem ovlivňuje teplotní poměry ve výparníku na začátku doby akumulace chladu v uvedeném časovém rozmezí. Po vychlazení vody se teplotové poměry ve výparníku ustalují. Z tab. I je patrné, že teploty t_1 a t_4 mají bezprostřední vliv na okamžité tepelné výkony kompresoru.

Numerické hodnoty tepelných výkonů kompresoru v době akumulace chladu uvádí tab. I. Z těchto hodnot je patrné, že tepelný výkon kompresoru (P_{TK}) se v průběhu doby akumulace chladu zmenšuje z hodnoty 1,949 kW na 0,9767 kW.

Vzhledem k tomu, že hmotnostní chladivost (q_o) v téže době akumulace chladu se v podstatě nemění, je změna chladicího výkonu kompresoru způsobena změnou hmotnostního (Q_{mF}), resp. objemového (Q_{VF}) průtoku chladiva. Adiabatický příkon komprese (P_{ak}) se v téže době mění v rozsahu od 683,02 do 489,84 W.

Hodnotám P_{TK} a P_{ak} odpovídají hodnoty chladicího faktoru 3,98 až 1,84. Chladicí faktor (ε) se tedy v době akumulace chladu zmenšuje shodně s chladicím výkonem kompresoru. Je to způsobeno změnou teplotových poměrů a zhoršením prostupu tepla na výparníku vlivem nárůstu ledu.

Tepelný výkon kondenzátoru v téže době se pohybuje v rozmezí od 2,439 do 1,506 kW. To značí, že rozhodující část (téměř 100 %) tepelného výkonu kompresoru a příkonu adiabatické komprese převádí do vnějšího prostředí právě kondenzátor.

Z průběhu teplot a objemového průtoku chladiva (tab. II) v době přítoku mléka a jeho chlazení vyplývá, že na začátku doby přítoku mléka (asi 0,5 hod.) dochází k tepelným a výkonovým rázům. Mléko se ochlazuje ve stékající vrstvě na teplosměnné ploše mléčné nádrže z počáteční teploty 35°C na teplotu 18°C asi za 0,5 hod. Potom se teplota mléka sníží na 5°C tak, jak to požaduje ČSN 46 6104.

Analogické výpočty tepelných výkonů v době přítoku mléka uvádí tab. II. Z ní je patrné, že tepelný výkon kompresoru P_{TK} se při přítoku mléka zvětšuje z hodnoty 1,048 na hodnotu 1,306 kW. Dochází zde k opačnému jevu než v době akumulace chladu. Hmotnostní chladivost q_o se v době přítoku mléka podstatně nemění. Změna tepelného výkonu kompresoru je způsobena prudkou změnou objemového, resp. hmotnostního průtoku chladiva.

Požadovaný tepelný výkon, stanovený z tepelného obsahu mléka a doby jeho zchlazení, činí:

$$P_m = \frac{Q_m}{T} = \frac{61\,755 \text{ kJ}}{8\,100 \text{ s}} = 7,624 \text{ kW}$$

Rozdíl mezi tepelným výkonem P_m a tepelným výkonem kompresoru P_{TK} v době chlazení mléka je tepelný výkon odtávajícího ledu P_L . Tento tepelný výkon je značně

významný, neboť představuje několiknásobek středního tepelného výkonu kompresoru P_{TK} v době chlazení mléka.

Adiabatický příkon kompresoru P_{ak} v době chlazení se pohybuje v rozmezí od 566,49 do 692,38 W. Chladicí faktor má rostoucí tendenci z 1,85 na 1,92 W W⁻¹. Tepelný výkon kondenzátoru se pohybuje v rozmezí 1,61–1,98 kW, což odpovídá součtům okamžitých hodnot tepelného výkonu kompresoru a příkonu adiabatické komprese.

ZÁVĚR

Měřicí zařízení a metody měření včetně vyhodnocení vyhovují účelu zkoušek. Tepelné výkony po 500 hodinách provozu chladicího zařízení vyhovují technologické normě ČSN 46 6104 v požadavcích na dobu a teplotu zchlazení. Nesplnění požadavků této normy vyplývá ze snižování tepelných výkonů způsobených opotřebením chladicího kompresoru. Výsledky získané měřením na válcové úchovné nádrži o objemu 0,5 m³ lze aplikovat i na válcové úchovné nádrže o objemu 1,0 m³ (na základě jejich geometrické podobnosti).

Příspěvek neuvádí celkový rozbor teplotních a tepelných poměrů chladicího zařízení s akumulací chladu v plášťovém akumulátoru chladu. Problematikou tepelných poměrů stékající vrstvy mléka, vyhodnocením změn tepelných výkonů v době provozu, charakterem proudění a prostupu tepla funkčními teplosměnnými plochami se budou zabývat další články.

V době, kdy byl tento příspěvek připravován pro tisk, zemřel neočekávaně jeden z jeho autorů, s. ing. Jaroslav Mengler. Spoluautoři věnují tuto práci k uctění a zachování památky člověka vysoce odborně erudovaného a vždy čestného.

Seznam označení

R	— odpor odporových čidel teploty (Ω)
$t, \Delta t$	— teplota měřeného místa, teplotový spád ($^{\circ}\text{C}$)
m_1	— hmotnostní množství ledu (kg)
V_1	— objem ledu na výparníku (m ³)
ρ_l	— měrná hmotnost ledu (kg m ⁻³)
V_p	— počáteční vodní objem akumulátoru chladu (m ³)
V_z	— zbývající objem vody v akumulátoru chladu (m ³)
S	— plocha horizontálního řezu odměrné nádrže vody (m ²)
h_i	— výška sloupce vody v odměrné nádrži (m)
P'_{TK}, P_{TK}	— tepelný, resp. chladicí výkon kompresoru (W)
Q_{mF}, Q_{VF}	— hmotnostní, objemový průtok chladiva (kg s ⁻¹ , m ³ s ⁻¹)
i	— entalpie chladiva (J kg ⁻¹)
q'	— měrná hmotnost chladiva (kg m ⁻³)
v'	— měrný objem chladiva (m ³ kg ⁻¹)
D_e	— ekvivalentní průměr odměrných nádob chladiva (m)
h_{F1}, h_{F2}	— počáteční, konečná výška sloupce chladiva v hladinoznaku (m)
T_1	— doba měření přítoku chladiva (s)
E_1, E_2, E_3, E_c	— tepelná energie pro ochlazení vody, tuhnutí a podchlazení ledu, celková energie (J)
m	— hmotnost vody (kg)
c, c_1	— měrné hmotnostní teplo vody a ledu (J kg ⁻¹ K ⁻¹)
l	— skupenské teplo ledu (J kg ⁻¹)
T	— doba akumulace chladu (s)
q_o/q_v	— hmotnostní, objemová chladivost (J kg ⁻¹ J m ⁻³)
a_{ad}	— adiabatická kompresní práce (J kg ⁻¹)
q_K, q_o	— čerpací poměr (J J ⁻¹)
ε	— chladicí faktor (W W ⁻¹)
P_{ak}	— adiabatický příkon komprese (W)
P_K	— tepelný výkon kondenzátoru (W)
P_L	— chladicí, resp. tepelný výkon odtávajícího ledu (W)
P_m	— požadovaný chladicí výkon pro zchlazení mléka (W)
x	— poměrná suchost páry chladiva (—)

Literatura

- BOGDANOV, S. N.: Svojstva rabočich věšestv těplonositelėj i materiálov ispolzujemych v chłodilnoj těchnike. Leningrad 1972.
- ENENKL, V. — HOCH, V.: Strojní chlazení mléka. Zpráva VUT FS. Brno 1975.
- CHLUMSKÝ, V.: Technika chlazení. Praha, Stát. nakl. techn. liter. 1971.
- KOLEKTIV: Soustava komplexní mechanizace zemědělské výroby do roku 1985 a rejstřík mechanizačních prostředků. Praha 1972.
- , —: Původní technické dokumentace chladicích zařízení T-504 a T-505. Topos Sluknov.
- ČSN 14 0110 — Názvosloví chladicí techniky.
- ČSN 14 0611 — Předpisy pro zkoušení chladicích zařízení
- ČSN 14 0613 — Předpisy pro zkoušení chladicích kompresorů
- ČSN 14 0314 — Podklady pro výpočty chladicích zařízení, tabulky a diagramy
- ČSN 46 6104 — Ošetření a uchování syrového mléka po nadojení.

Došlo dne 13. 9. 1976

ГРОДА, Б. — МЕНГЛЕР, Й. — ВОЗНИЦА, К. (Сельскохозяйственный институт, Брно; Машино-тракторная станция, Брно): Испытания компрессорной холодильной установки с аккумуляцией холода. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (1) : 11-26.

В статье приводится способ измерения теплопроизводительности холодильной установки с аккумуляцией холода и тепловые характеристики, определяемые на основе этой теплопроизводительности. Работа посвящена улучшению холодильного округа, которое позволит измерение, и точности, с которой применяемые приборы работают. Описываются возможности, или виды испытаний холодильной установки, которые дают реализованное состояние измерения. Производятся также испытания теплопроизводительности в период аккумуляции холода и в период притока и охлаждения молока, т.е. во время использования холодильного оборудования.

аккумуляция холода; холодильный компрессор; температурный, тепловой режим; теплопроизводительность, холодопроизводительность; термоэлемент; реостатный теплочувствительный элемент; усталостный ход работы; стабилизированное, нестабилизированное состояние; стекающий слой

GRODA, B. — MENGLER, J. — VOZNICA, K. (University of Agriculture, Brno; Machine Tractor Centre, Brno): *Tests of a Compressor Cooling System with the Accumulation of Cold*. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (1) : 11-26.

The report describes the method of measuring thermal outputs of a cooling system with the accumulation of cold and the ensuing thermal characteristics. It deals with the adjustment of the cooling circuit for measuring with attainable accuracy of measuring with the used instruments. It describes possibilities and/or types of cooling system tests provided by the realized measuring condition. It also deals with testing thermal outputs in the period of cold accumulation and in the period of milk inflow and cooling, i. e., in the period of the cooling system utilization in practice.

accumulator of cold; cooling compressor; temperature, heat conditions; thermal cooling output; thermoelement; resistor sensor of temperature; cooling circuit; fatigue operation; stabilized, unstabilized condition; running down layer

GRODA, B. — MENGLER, J. — VOZNICA, K. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno; Maschinen und Traktorenstation, Brno): *Prüfungen der Kompressorkühlanlage mit Kältespeicherung*. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (1) : 11-26.

Im Beitrag werden Methoden zur Messung thermaler Leistungen der Kühleinrichtung mit Kältespeicherung und die aus diesen Leistungen bestimmten thermalen Charakteristiken angeführt. Der Beitrag befaßt sich mit Regelung des Kühlkreises, durch die Messung ermöglicht wird und mit Genauigkeit, mit der die eingesetzten Geräte arbeiten. Es werden die von dem realisierten Meßstand gebotenen Möglich-

keiten, bzw. Prüfungsarten beschrieben. Der Beitrag befaßt sich auch mit Prüfungen der thermalen Leistungen während Kältspeicherung und während Milchzufuhr- und kühlung, d. i. während des Einsatzes der Kühleinrichtung im Betrieb.

Kältespeicher; Kühlkompressor; Temperatur-, thermale Verhältnisse; thermale-, Kühlleistung; Thermoelement; Temperaturwiderstandsfühler; Kühlkreis; Ermüdungsbetrieb; stabilisierter, nicht stabilisierter Zustand; herbfließende Schicht

Adresy autorů:

Ing. Bořivoj Groda, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

Ing. Jaroslav Mengler, Karel Voznica, Strojně traktorová stanice, 600 00 Brno
-- Dolní Heršpice

ÚPRAVY KOMOROVÝCH SUŠÁREN, ZVYŠUJÍCÍ JEJICH VÝKONNOST A JAKOST SUŠENÉHO CHMELE

A. Andert, V. Fric, K. Makovec

ANDERT, A. — FRIC, V. — MAKOVEC, K. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy; Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka; Výzkumný ústav chmelařský, Žatec): *Úpravy komorových sušáren, zvyšující jejich výkonnost a jakost sušeného chmele*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1) : 27-44.

Předpokladem dobrého hospodaření v našem státě je účelná modernizace již dodaných investic v duchu posledních poznatků technického pokroku, pokud to jejich koncepce, popřípadě jejich části umožňují. Takovouto modernizací se snižuje nejen potřeba nových investic, ale i měrné náklady na jednotku vykonané práce. Proto jsme se rozhodli objasnit a rozpracovat reálné předpoklady technického řešení modernizace komorových sušáren chmele. Vycházeli jsme z vědeckovýzkumných poznatků poslední doby (a to jak z hlediska využití energie v zemědělství, tak i z hlediska poznatků o vlivu zvýšené rychlosti sušícího média na jakost sušeného chmele) a dosavadních rekonstrukcí těchto sušáren, jimiž se zvýšila výkonnost jen o 80 až 100 %. Na základě získaných poznatků jsme vypracovali konkrétní technické řešení nového stupně modernizace komorových sušáren, které umožní zvýšit jejich výkonnost o 300–400 % proti hodnotám, na které byly stavěny při otopu na tuhá paliva, a které současně zvýší i jakost sušeného chmele.

komorová sušárna chmele; regulace rychlosti proudění sušícího média; tepelný výkon; podtlak v sušicím prostoru; tlačný a odsávací ventilátor

První stupeň rozvoje používání tepelné techniky při sušení chmele (který v této době tvoří základní část jeho posklizňové úpravy) je charakterizován zaváděním komorových sušáren s cyklickým technologickým procesem sušení.

Mezi investice, které je třeba z národohospodářského hlediska rekonstruovat, patří i velký počet komorových sušáren na tuhá paliva, která byla do našeho zemědělství dodána v první etapě socializace zemědělské velkovýroby, tj. do r. 1956.

Rekonstrukcí komorových sušáren je třeba řešit především z těchto hledisek:

- zvýšit výkonnost sušáren;
- zvýšit jakost sušeného chmele;
- snížit měrnou spotřebu energie na jednotku hmotnosti usušeného chmele;

- snížit nepříznivý vliv vnějších atmosférických podmínek (zejména větru) na činnost sušáren, a tím i na jakost sušeného chmele;
- zlepšit hospodárnost této části posklizňové úpravy chmele.

Ostatní zdokonalování komorových sušáren, zejména z hlediska úspory lidské práce a námahy při manipulaci s chmelem během jeho dopravy, rozmístění v sušárně, vyvážení z komory, i při jeho klimatizaci, tvoří další samostatnou oblast technických úprav a je třeba je řešit v samostatném pojednání.

METODICKÝ POSTUP

Jsou rozebrány možnosti, jak zdokonalovat komorové sušárny chmele (hlavně velké speciální) použitím kapalných paliv, a vyhodnoceny poznatky o vlivu rychlosti sušícího vzduchu na jakost chmele a o použití přímého a nepřímého ohřevu svítidly. Dále jsou objasněny ty technické úpravy, které by se již měly realizovat na rekonstruovaných komorových sušárnách. Zároveň je vytyčen směr, kterým by se mělo zaměřovat zdokonalování komorových sušáren a jejich další rekonstrukce.

ZÁKLADNÍ NEDOSTATKY DOSAVADNÍCH KOMOROVÝCH SUŠÁREN

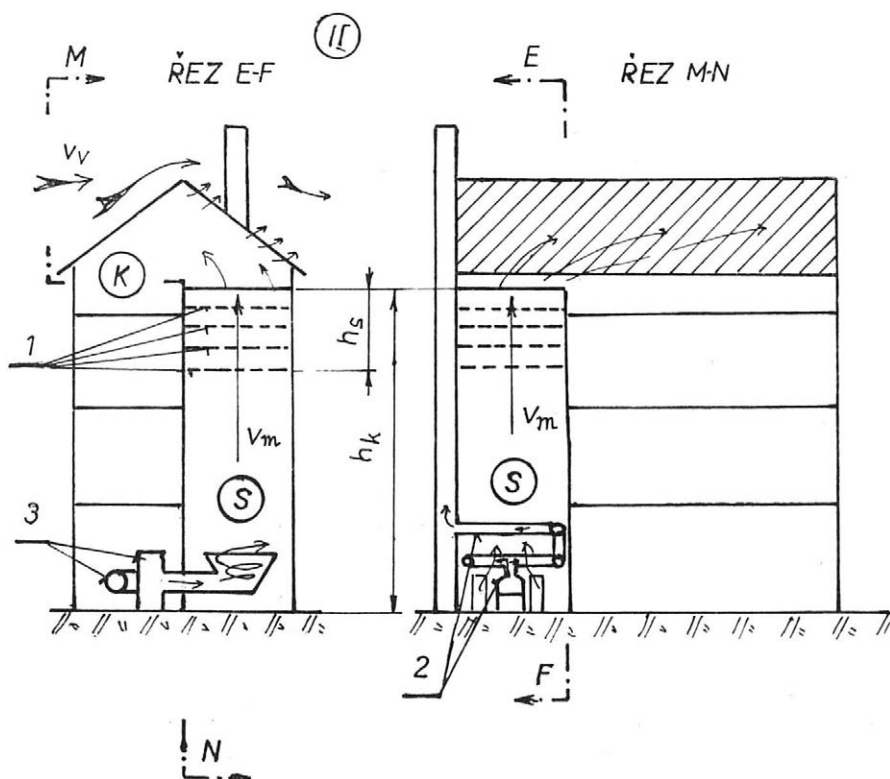
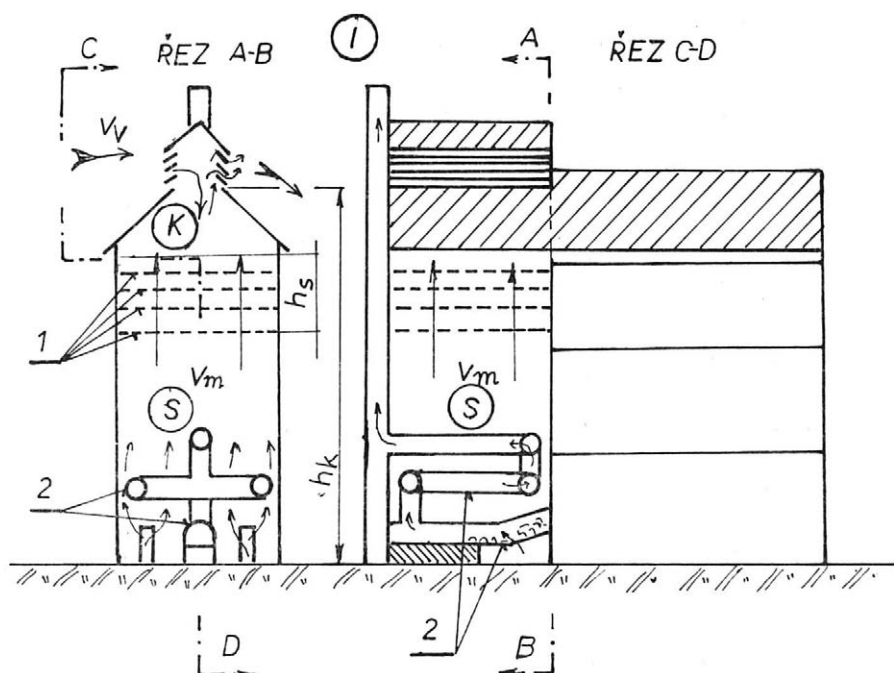
ROZBOR PŘÍČIN ZAOSTÁVÁNÍ KOMOROVÝCH SUŠÁREN A SROVNÁNÍ S ROZVOJEM ÚROVNĚ TECHNIKY

Rozebereme-li příčiny, proč zaostává soustavné zdokonalování činnosti dosavadních komorových sušáren dodaných do našeho zemědělství do r. 1965, a to zejména z hlediska jejich technologie, energetiky a národohospodářského přínosu, shledáváme, že je lze shrnout do těchto bodů:

- množství sušícího média — sušícího vzduchu procházejícího sušeným chmelem je nedostatečné;
- nízký tlakový spád sušícího média mezi vstupem do sušícího prostoru a výstupem z něj nevyvolá vhodnou rychlost proudění sušícího média vrstvou chmelu, jejíž výška (kolmá vzdálenost rovin podložky a povrchu) odpovídá potřebě zvýšení výkonnosti sušárny;
- není vhodná regulace proudění sušícího média ani regulace tlaku v sušící komoře a na výstupu sušícího média do volné atmosféry, která by umožnila ve změněných podmínkách nastavit nejvhodnější průběh sušícího režimu, a tím i zlepšit jakost sušení při současném snížení měrné spotřeby energie na jednotku hmotnosti usušeného chmele;

— vnější atmosférické podmínky (zejména vítr) ovlivňují rychlost a rovnoměrnost proudění sušícího média — vzduchu — vrstvami sušeného chmele v sušící komoře a jeho vstup i výstup z komorové sušárny.

Nepříznivý vliv atmosférických podmínek, zejména větru, na činnost komorových sušáren chmele vyplývá z dalšího rozboru jejich parametrů a jejich umístění v terénu.



I. Schéma speciální jednokomorové sušárny vytápěné tuhými palivy a určené jen pro sušení chmele — Chart of a special one-chamber solid-fuel-heated drier designed solely for hop-drying

II. Schéma „malé komorové sušárny“ chmele umístěné ve víceúčelové hospodářské budově a vytápěné podle původního provedení tuhými palivy (2), nebo rekonstruované na otop s kapalnými nebo plynými palivy (3) — Chart of a "small chamber hop drier" in a general-purpose barn. By the original design the drier is heated with solid fuels (2) or, by reconstruction design, with liquid or gaseous fuels (3)

1 — žaluzie a vyvážecí ústrojí

2 — topeniště na tuhá paliva a soustava rour pro odchod kouřových plynů, působících jako výměník tepla na ohřev sušicího vzduchu

3 — soustava zařízení (hořák, ventilátor, směšovací ústrojí) pro přímý ohřev sušicího média spaliny od svitplynu a při doplnění výměníkem pro nepřímý ohřev sušicího vzduchu při vytápění kapalnými palivy

h_s — výška sušicího prostoru

h_k — výška pro komínový efekt

v_v — rychlost proudění vnější atmosféry

v_m — rychlost proudění sušicího média vrstvou sušeného chmele

K — výparníkový a kondenzační prostor

S — směšovací prostor

Výkonné komorové sušárny měly i speciální stavbu (značně vysokou pro zajištění dobrého „komínového efektu“), ve které sušicí prostor (obsahující více komor) byl oddělen až po střechu od ostatní části budovy. V horní části budovy byl vedle sušicích komor oddělený prostor pro manipulaci a pro zásoby chmele. V nižších částech, na které obvykle navazovaly i sklady usušeného chmele, byl prostor pro vyprázdňování vozíků. Oddělený prostor komor nad horními žaluziemi mívával otvory ve tvaru výparníku nebo oken, kudy vystupovalo sušicí médium ze sušárny do vnější atmosféry po průchodu vrstvami chmele (obr. 1/I a II). Proud atmosférického vzduchu, pohybujícího se větrem rychlostí více metrů za sekundu a měnícího směr pohybu, vnikal v určitých údobích otvory ve výparníkovém prostoru nad horními žaluziemi a i když se jeho rychlost již relativně zmenšila, vyvolával v tomto prostoru nežádoucí stavy. Omezoval pronikání ohřátého sušicího média vrstvami chmele, což se projevilo tím, že se snižovala rychlost sušení. Mnohdy vzduch proniklý do sušicího prostoru vytvářel víry, a tím vyvolával i nerovnoměrný průchod sušicího média vrstvou sušeného chmele; to způsobilo, že v celé komoře se chmel sušil nerovnoměrně.

Byly i výjimky, kdy se vítr takto nepříznivě neprojevil. Nebylo však technicky analyzováno, proč právě tyto výjimečné případy pro danou sušárnu nastaly. Pro objasnění tohoto nepříznivého vlivu by podstatně přispělo, kdyby sušárna byla blíže charakterizována těmito ukazateli:

— geografickou polohou (a tím i obecnými směry vzduchu a větru v údobí sklizně chmele), technickými parametry sušárny;

— určením, jak byly rozmístěny části sušárny vzhledem ke světovým stranám, jaká byla návaznost sušárny na ostatní budovy v okolí, popřípadě na jiné útvary a předměty (stromy atd.), popisem terénu, ve kterém byla sušárna umístěna.

Nepříznivý vliv větru se snižuje u malých sušáren. Tuto skutečnost osvětlí technické parametry, charakterizující malé komorové sušárny. Tyto sušárny (s plochou asi 6—12 m²) nemívají samostatnou budovu —

— bývají umístěny ve větších budovách používaných k nejrůznějším účelům v zemědělském podniku (nejčastěji jako sklad různých produktů rostlinné výroby — schema na obr. 1/II).

Prostor jedné nebo dvou komor je oddělen od prostoru ústřední budovy, ale jen do výše mírně nad horní žaluzií. Samotný prostor nad horní žaluziemi bývá přímo součástí velkého podstřešeného prostoru celé ústřední budovy. Sušící médium, prošlé vrstvou chmele umístěného na nejhořejší žaluzii, se může rozmísťovat do velkého klidného a závětrného vzduchového prostředí, z něhož pak můžeme velkou podstřešní plochou na závěsné straně vystupovat do vnější atmosféry. Mnohdy odchází na závětrné straně podstřešního prostoru i k odsávání vzduchu z tohoto prostoru, takže vítr zvyšuje proudění vzduchu v sušícím prostoru.

ZVYŠOVÁNÍ TECHNICKÉ ÚROVNĚ KOMOROVÝCH SUŠÁREN CHMELE JEJICH REKONSTRUKCÍ NA KAPALNÁ A PLYNNÁ PALIVA

Porovnáme-li rozbor nedostatků komorových sušáren chmele s technickými parametry rekonstruovaných sušáren na kapalná, popřípadě plynná paliva, shledáme, že stupeň zdokonalování jejich technické úrovně neodpovídá poznatkům výzkumu i technickým možnostem.

Zatím byla realizována technická opatření zvyšující výkonnost sušáren (zatím však jen v malém rozsahu). Pokud byly montovány odsávací ventilátory, byl zčásti zmírněn vliv větru na činnost sušárny.

Zvýšení rychlosti prostupu sušícího média (ohřátého vzduchu) sušenou vrstvou chmele

Aby se zvýšila rychlost prostupu sušícího média (ohřátého vzduchu) i silnější vrstvou chmele (výška násypu bývala o 60—80 % větší než u sušáren na tuhá paliva), bylo použito tlakových i odsávacích ventilátorů. Tzv. komínový efekt sušárny se totiž ukázal jako nedostačující k vyvinutí potřebného tlakového spádu.

Tlakové ventilátory jsou vždy přidávány k sušárnám rekonstruovaným na kapalná paliva a jsou situovány ve spodních prostorech sušárny s dostatečným přístupem vzduchu z vnější atmosféry.

Odsávací ventilátory nebyly u rekonstruovaných sušáren zabudovány do prostoru nad první žaluzií. Je to zdůvodněno mnohdy tím, že jsou známy určité stavby sušáren, které plní správně svoji sušící činnost i při větrném počasí. Autoři takového zdůvodnění nevzali na zřetel, že se jedná o případy s mimořádnou polohou a prouděním vzduchu, podporovanými ještě parametry sušárny, a neuvážili, že při aplikaci stejného technického řešení úpravy u jiné sušárny (i kdyby měla přesně tytéž rozměry) nebude možné přenést na volené místo stejné proudění atmosférického vzduchu. Nelze přehlédnout ani tu možnost, že na projektanta rekonstrukce komorové sušárny bez odsávacích ventilátorů nepříznivě působily zahraniční poznatky různých výrobců teplovzdušných agregátů na kapalná, popřípadě plynná paliva, kteří mají bohaté zkušenosti jen s úpravami malých komorových sušáren. U těchto malých sušáren, navazujících svým prostorem nad horními žaluziemi na velký prostor podstřešní budovy, přispěl vzduch vháněný ventilátorem přes výměník horkovzdušného agregátu ke zvýšení výkon-

nosti. I když malé (i rekonstruované) sušárny nebyly vybaveny odsávacími ventilátory, nebyla jejich výkonnost nepříznivě ovlivňována větrem. Po úpravě přecházel totiž vzduch vháněný spodem do sušárny po projití vrstvami sušeného chmele přes velký podstřešní prostor, který mu umožňoval vstup do vnější atmosféry na velké ploše.

Hospodaření s energií při sušení

Hospodaření s energií se u rekonstruovaných komorových sušáren chmele zlepšilo takto:

— Plynulá dodávka paliva a rovnoměrné hoření umožnilo zajistit podstatně vyrovnanější dodávku tepla, a tím i vyrovnanější režim sušení, než tomu bylo při použití paliv tuhých.

— Zdokonalilo se technické řešení výměny tepla. Místo dřívějších výměníků, které tvořily kovové roury, je dodáván výměník s voskou účinností. Tato účinnost se však projevuje jen při určitých pracovních podmínkách, pro které je řešen, a při proměnných podmínkách během sklizně chmele se snižuje. (Při výkonu nad jmenovitou hodnotu má horší účinnost, při nižším výkonu v něm kondenzuje voda — koroduje.)

— Rychlejší regulace tepelného výkonu umožňuje dodržet požadovanou maximální teplotu sušícího média i při proměnných podmínkách klimatických, a to zejména při použití plynových paliv a odpovídajících hořáků s plynulou regulací tepelného výkonu. Podstatně horší jsou hořáky na kapalná paliva, u nichž je regulace skoková, i když v poměrně kratších termínech, než tomu bylo u paliv tuhých. Tato skoková regulace u kapalných paliv tvoří jednu z jejich základních nevýhod.

— Ohřev sušícího média spaliny ze svítiplynu je přímý. Toto řešení umožňuje prozkoumat další cestu ke zdokonalování energetiky při sušení chmele. Je však třeba je blíže objasnit technologicky, a to pro proměnné jak podmínky v zemědělství, tak i parametry svítiplynu. Vysoká účinnost je však při velkém i malém výkonu.

Celkově se použití nového energetického zdroje promítlo ve snížení měrné spotřeby energie na 1 kg usušeného chmele: měrná spotřeba kapalných paliv je menší než paliv tuhých, měrná spotřeba plyných paliv, zejména při přímém ohřevu sušícího média, je nižší než paliv kapalných.

Zvýšení výkonnosti sušárny

U sušáren rekonstruovaných na kapalná paliva se proti původnímu stavu (vytápění tuhými palivy), zvýšila výkonnost o 80 až 100 %. Tohoto výsledku bylo dosaženo hlavně tím, že se zvýšil tlakový spád dodávaného sušícího média mezi vstupem do vrstev chmele a výstupem z nich (což umožnilo zvýšit velikost násypu o 60–100 %), jakož i vyrovnanými pracovními podmínkami. Doba sušení se u rekonstruovaných sušáren v porovnání s původním stavem zkrátila jen nepatrně.

Z tohoto přehledu je patrné, že rekonstrukce komorových sušáren je třeba ještě podstatně zdokonalit ve smyslu dosažených poznatků z výzkumu.

NÁVRH ZÁKLADNÍCH TECHNICKÝCH PARAMETRŮ NA REKONSTRUKCI KOMOROVÝCH SUŠÁREN CHMELE, ZLEPŠUJÍCÍCH KVALITU SUŠENÍ A ZVYSUJÍCÍCH VÝKONNOST SUŠÁREN O 300–400 %

Na základě rozboru poznatků o technologii sušení chmele, po zvážení úrovně techniky našeho průmyslu i zemědělství a po zhodnocení dosavadních rekonstrukcí sušáren se jeví jako možné i hospodárné podstatně zdokonalit komorové sušárny chmele dodané do r. 1956, a to těmito směry.

PODMÍNKY SUŠENÍ

Je třeba dodržet podmínky sušení, určené pro jednotlivé vrstvy chmele, v celé ploše sušárny.

Tento požadavek je zatím neuspokojivě řešen a bude nutné jej zajistit:

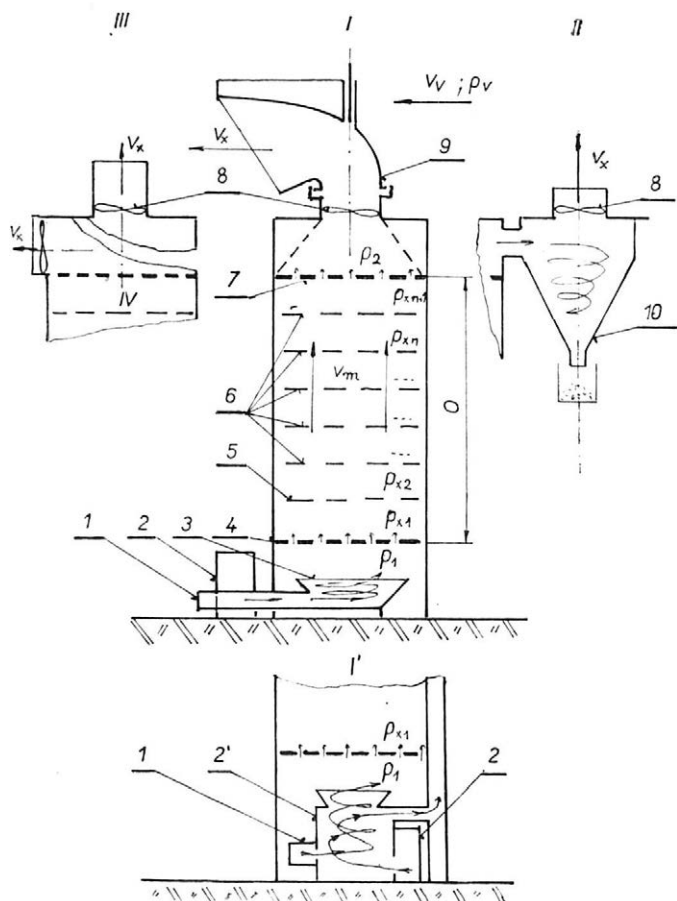
— Sušící médium je třeba promísit tak, aby mělo všude stejnou teplotu. Zároveň je třeba usměrnit jeho proud tak, aby mělo v celém průřezu komorou stejnou rychlost před vstupem do sušicího prostoru, tj. pod nejspodnější sušící vrstvu (nejčastěji pod vyvážecím ústrojím usušeného chmele). Tento úkol se řeší různou úpravou výstupního ústrojí, kterým proniká sušící médium z výměníku do spodního prostoru sušící komory. Rychlost proudění sušicího média ve směru, kterým bude procházet sušeným chmelem (tj. ve svislém směru) se vyrovnává na stejnou hodnotu v celé ploše komory během velké vzdálenosti — velké výšky, která je mezi jeho vstupem do sušící komory a nejspodnější vrstvou chmele. Pokud vzdálenost mezi vstupním otvorem sušicího média a nejspodnější vrstvou chmele v komoře nebude dostatečná, bude třeba (zejména při vyšších rychlostech) umístit do tohoto prostoru mřížku, která zajistí, že proudění v celé ploše komory je vyrovnané.

— Je třeba zamezit nežádoucí pronikání vzduchu z vnější atmosféry do sušící komory. Toto vníkaní atmosférického vzduchu do sušicího prostoru, a to jak pod nejspodnější vrstvy sušeného chmele, tak i mezi ně, bývá doprovázeno různým narušením rovnoměrnosti teploty a toku sušicího média v sušicím prostoru. Bývá často podstatně zintenzivněno větrem, zejména v těch případech, kdy odsávací ventilátory mají nevhodné parametry, takže nezajistí stálé množství odsávaného sušicího média ze sušicího prostoru do vnější atmosféry. Podstatně horší je to v těch případech, kdy sušárna není vybavena odsávacími ventilátory a sušící médium přechází do vnější atmosféry jen různými otvory, okny apod. Při rekonstrukci sušárny je třeba zabezpečit odchod sušicího média do vnější atmosféry tak, aby nebyl ovlivněn větrem — zabudováním vhodných odsávacích ventilátorů (obr. 2).

— Je třeba, aby rychlost prostupu sušicího média vrstvami chmele v celé ploše komory ($V_m = \text{konst.}$) byla stejná.

Tento požadavek je dodržen:

a. Vyrovnáním odporu proudění sušicího média vrstvami sušeného chmele v celé ploše sušící komory, což se zajišťuje:



2. Schéma rekonstrukce komorových sušáren ke zvýšení výkonnosti i jakosti sušení a snížení ztrát na sušené hmotě — Chart for the reconstruction of chamber driers for higher output and drying quality and for lower losses of dried matter

I. Celkové schéma komorové sušárny doplněné úpravou (kohoutem) na zmírnění účinků větru — General diagram of the chamber drier supplemented with a tap for reducing the effect of wind

II. Schéma intenzivního bočního odsávání sušícího média vybaveného cyklonem nebo jiným typem lapače odsátých částí sušené hmoty — Diagram of intensive side suction of the drying medium with a cyclone separator or another type of equipment for the separation of the sucked parts of dried matter

III. Nejjednodušší úprava intenzivního odsávacího zařízení umístěného na střeše — The simplest form of intensive separating equipment situated on the roof

IV. Nejjednodušší úprava intenzivního odsávacího zařízení umístěného na boku — The simplest form of intensive separating equipment situated on the side

1 — hořák na kapalná nebo plynná paliva

2 — tlačný ventilátor s výměníkem (2') u nepřímého ohřevu (I'), nebo jen ventilátor při přímém ohřevu

3 — zařízení pro promísení sušícího média a usměrnění pro jednu nebo dvě komory

4 — vstupní clona zajišťující jednak rozmístění rovnoměrného proudění sušícího média po celé ploše komory, jednak při vybavení lapačem prachových částí, umožňujícím zachycení těch částí sušeného materiálu, které propadly žaluziemi

5 — vyvážecí ústrojí

6 — žaluzie, jejichž počet bude upřesněn podle typu rekonstrukce

7 — výstupní clona zajišťující rovnoměrné odsávání sušícího média v celé ploše

sušící komory a zamezující odletu části sušeného materiálu, zejména při havarijních případech

8 — odsávací typy ventilátorů

9 — zařízení pro nastavení směru výstupu sušícího média do vnější atmosféry, a to po směru větru

10 — cyklónové nebo jiné zařízení pro zachycení odsátých částí chmele

v_v — směr rychlosti proudění vnější atmosféry

v_x — rychlost výstupu sušícího média do vnější atmosféry

v_m — rychlost proudění sušícího média vrstvami sušeného chmele

p_v — atmosférický tlak

p_1 — tlak pod spodní clonou

p_{x1}, p_{nx} — tlak (podtlak) pod žaluzií 1 až n

p_2 — tlak nad horní clonou

$p_{xn} + 1$ — tlak pod horní clonou

— stejnou výškou vrstvy v celé ploše komory;

— rozmístěním chmele po celé ploše sušárny tak, aby měl všude stejné fyzikální vlastnosti. Z tohoto hlediska je třeba, aby i podíl rozpadlých hlávek chmele byl v celé ploše stejný. Okolo stěn, kde rychlost proudění bývá nižší, bývá často chmel v celých hlávkách; toto místo má nižší odpor proti proudění, což pomáhá k vyrovnání rychlosti proudění sušícího média vrstvami chmele;

— umístěním do sušícího prostoru jen nezbytně nutných předmětů (látky pro obsluhu atd.), a to tak, aby v nežádoucí míře neovlivňovaly v některém místě sušící komory odpor proti proudění sušícího média a aby nezpůsobily nerovnoměrnou rychlost jeho proudění, což se projeví nerovnoměrnou rychlostí sušení chmele. K tomuto nepříznivému vlivu předmětů v sušící komoře bude nutné obzvláště pečlivě přihlížet při mechanizaci prací spojených s násypem chmele.

b. Vytvořením stejného odsávacího podtlaku, který není ovlivněn prouděním vnějšího atmosférického vzduchu, v celé ploše komory nad nejhořejší vrstvou chmele. Tento požadavek zatím není u většiny komorových sušáren, zejména s nízkým prostorem (nad horní vrstvou chmele), splněn. Pokud sušárny nemají odsávací ventilátory, je podtlak ovlivněn prouděním vnějšího atmosférického vzduchu — větrem. U sušáren, které mají odsávací ventilátory s vyšším odsávacím podtlakem, vytváří se pod ventilátorem odsávací kužel, čímž vzniká nerovnoměrnost proudění sušícího média chmelem. Při nízkém prostoru nad nejvyšší položenou vrstvou chmele v sušící komoře a při větším odsávacím podtlaku bude třeba umístit mezi odsávací ventilátor a první žaluzii (na které je nejhořejší vrstva chmele) určitý typ mřížky, která přispěje k vyrovnání rychlosti proudění sušícího média v celé ploše sušící komory.

Požadavek na dodržení stejné teploty a stejné rychlosti proudění sušícího média v celém průřezu komory (podle zadaného programu) je základním úkolem, který má být zajištěn vzduchotechnickým zařízením dodávaným do rekonstruovaných komorových sušáren.

VELIKOST STŘEDNÍ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ SUŠÍCÍHO MÉDIA VRSTVAMI SUŠENÉHO CHMELE V CELÉ PLOŠE KOMORY

Střední rychlost proudění sušícího média vrstvami sušeného chmele je třeba podstatně zvýšit a regulovat tak, aby se během sušícího cyklu

(tj. v údobí mezi dvěma následujícími násypy) měnila podle potřeb optimálního režimu v dohodnutém programu.

Tento požadavek je ovlivněn následujícími hledisky:

- agronomickým,
- energetickým,
- ekonomickým.

Z agronomického hlediska je výhodné, aby střední rychlost byla co nejvyšší (pokud se zamezí ztrátám chmele úletem), protože se tím

- zkracuje proces konzervace — dehydratace chmele a zachovává se i jeho barva;
- odstraňuje (odpařuje) rychle voda z povrchu sušeného materiálu, čím jej chladí, což se příznivě projeví v jakosti sušeného chmele. Tím je možné zajistit, zejména v první fázi sušení, kdy se odpařuje voda z kapilár, aby sušený chmel měl nižší teplotu než je teplota sušícího média.

Při současné technice sušení je nejvyšší rychlost proudění sušícího média omezena hodnotou, při níž se sušící hmota začíná vznášet; potom by vnikaly ztráty únosem. Aby maximální rychlost nebyla překračovaná, je třeba zabudovat do sušárenské techniky příslušné blokovací zařízení.

Z energetického hlediska má být u komorových sušáren rychlost proudění sladěna s výškou vrstvy chmele v sušícím prostoru komory, což představuje hodnotu, kterou se zajistí potřebná doba styku sušícího média se sušeným chmelem. Tím se má dosáhnout optimální spotřeby energie (na ohřátí i proudění sušícího média) na jednotku hmotnosti usušeného chmele.

Z ekonomického hlediska má být střední rychlost proudění optimem mezi přínosem, který se získává zvyšováním rychlosti (a tím zvyšováním výkonnosti sušárny a zlepšením jakosti sušení) a negativními následky, které zvyšování rychlosti s sebou nese zejména ve spotřebě energie a ve zvětšení ztrát chmelové hmoty úletem.

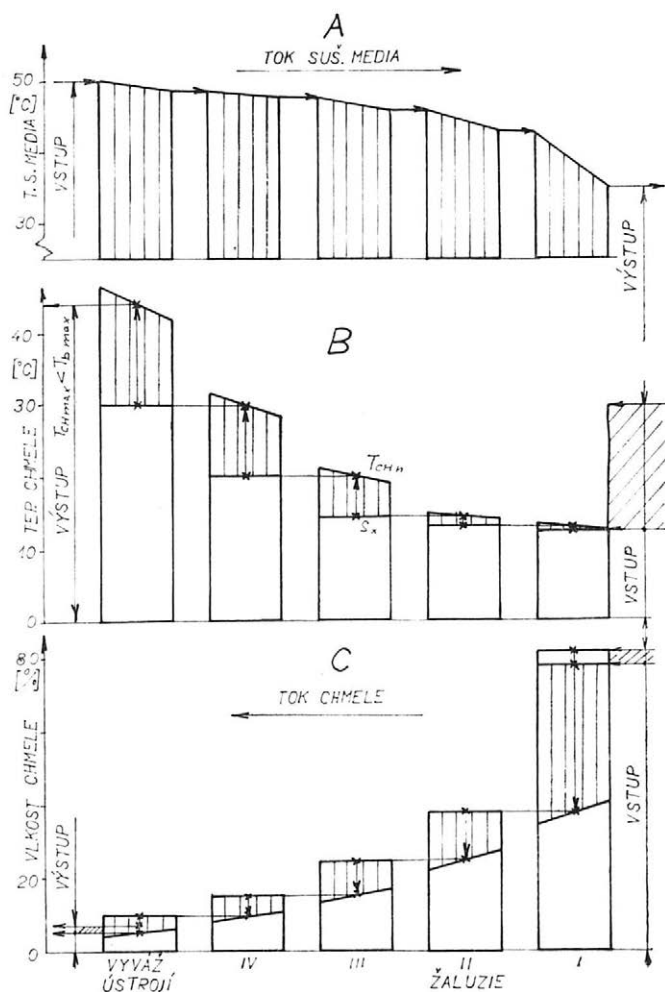
Protože podmínky pro volbu rychlosti proudění sušícího média se mění jednak během sušícího cyklu mezi dvěma násypy, jednak během atmosférických změn a sklizňového údobí, je třeba zajistit její řízení podle zadaného programu reagujícího na změny podmínek. V této době je doporučována střední rychlost sušícího média, kterou prochází vrstvami sušeného chmele v komorové sušárně, ve výši 0,3 až 0,6 m s⁻¹. Její hodnotu má být možné nastavit podle danéh porogramu pro technologický cyklus sušení mezi dvěma násypy.

TEPLOTA SUŠÍCÍHO MÉDIA

Teplota sušícího média procházejícího vrstvami sušeného chmele se mění, a to:

- v závislosti na délce dráhy prostupu sušícího média sušenou vrstvou chmele tím, že klesá v důsledku odpařování vody (obr. 3);

- v závislosti na čase během cyklických změn mezi dvěma násypy, jakož i v důsledku ostatních změn v sušicím programu na sušárně (přebytek nebo nedostatek materiálu k sušení).



3. Charakteristiky změn základních parametrů sušeného chmele a sušícího média v závislosti na jejich průchodu jednotlivými částmi komorových sušáren od nasypání až po vyvážení ze sušící komory (A — změny teploty sušícího média; B — změny teploty sušeného chmele; C — změny vlhkosti sušeného chmele) — Characteristics of the changes of the basic parameters of dried hops and drying medium, as depending on their passage through individual parts of the chamber driers from pouring-in up to removal from the drying chamber (A — changes of the temperatures of the drying medium; B — changes of the temperature of dried hops; C — changes of the moisture content of dried hops)

Teplotu sušícího média, zejména v místech jeho styku s nejsušší vrstvou chmele (která bývá na vyvážecím ústrojí), je třeba proto řešit ve spojitosti s dalšími požadavky. Je to zejména závislost mezi rychlostí proudění sušícího média vrstvami sušeného chmele (obr. 3A), mezi

složením chmele, zvláště jeho relativní vlhkostí (obr. 3B), a množstvím (obr. 3C).

Přesné vyjádření funkčních vztahů o průběhu těchto energetických sušících procesů v daných podmínkách je velmi složité a bude součástí dalšího pojednání.

Obecně lze tedy vytyčit zásady na řešení této problematiky pro daný hmotný element sušeného chmele v určité fázi sušení (obr. 3).

Lze předpokládat, že plocha povrchu chmele (na kterém se vysušená voda odpařuje a přes kterou přechází do sušené hmoty teplo ze sušícího média jak vedením, tak i sáláním buď přímo z média, nebo nepřímo z ohřátého sušícího zařízení) v podstatě nemění svoji velikost během celého sušícího procesu, a proto je pro vytyčený hmotný element sušeného chmele konstantní o velikosti S_x .

Pro daný element hmotnosti chmele (v hodnotě sušiny) a jednotku času platí energetický vztah:

$$Q_{gv} \equiv Q_k + Q_s \quad (W) \quad (1)$$

kde: Q_{gv} -- množství tepla, které je potřebné k odpaření množství vody m_v z plochy listu S_x

Intenzita tohoto odpařování vody je ovlivněna zejména:

- teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vodou nenasyceného sušícího média okolo sušeného materiálu, a tím i rychlostí odvodu vodních par (kterými se nasycuje sušící médium ve stykových plochách sušícího média s chmelem);
- druhem, stavem a fyzikálními parametry, zejména okamžitou vlhkostí sušeného materiálu. To má za následek zvyšování relativní vlhkosti sušícího média ve stykové ploše a snižování rychlosti odpařování vody ze sušeného materiálu.

$$Q_{gv} = m_v c_v \quad (W) \quad (2)$$

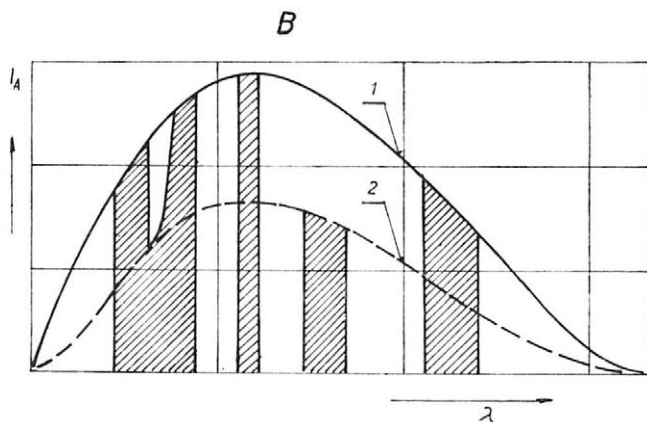
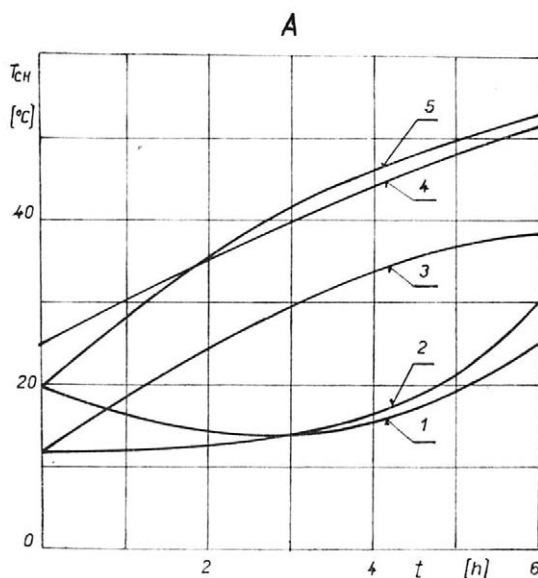
kde: m_v — množství odpařené vody za jednotku času z plochy S_x (kg s^{-1})
 c_v — skupenské teplo vody při dané teplotě (J kg^{-1})
 Q_k — množství tepla, které přešlo za jednotku času ze sušícího média o teplotě T_{mn} plochou S_x do sušeného chmele

$$\text{Obecně: } <dQ = k dS \Delta T dt> \quad (J) \quad (3)$$

pro naše podmínky:

$$Q_k = k S_x (T_{Mn} - T_{Chn}) \quad (W) \quad (4)$$

kde: k — součinitel přestupu tepla ze sušícího média do chmele
 T_{mn} — teplota sušícího média v místě sušárny, kde prochází volným elementem hmotnosti sušeného chmele ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{Chn} — teplota sušeného chmele v místě volného elementu jeho hmotnosti
 Q_s — množství tepla přecházejícího do sušeného materiálu o teplotě T_{Chn} plochou S_x ze sušícího média o teplotě T_{Mn} selektivním sáláním



4. A — Variace ideových průběhů charakteristik změn středních hodnot teplot sušeného chmele v závislosti na čase při sušení v komorové sušárně — Variation of the ideal courses of the characteristics of the changes of the mean values for the temperatures of dried hops, as depending on time, in the chamber drier

1, 2 — žádoucí průběhy; 4, 5 — nepříznivé průběhy

B — Schéma charakteristiky spektrálního rozdělení intenzity sálání — Chart of the characteristics of the spectral distribution of the intensity of radiation

1 — černé těleso; 2 — šedé těleso; 3 — selektivní sálání (popř. monochromatické) plynů (šrafovaná plocha)

Jedná se hlavně o selektivní sálání (neboť sálání technického zařízení sušárny — žaluzií, vozíků ohřátých sušicím médiem aj. — tvoří malou část), charakteristické pro sálání plynů. Při tomto sálání je jeho intenzita rozdělena do pásem vlnových rozsahů. V těchto pásmech pak intenzita dosahuje někdy hodnoty intenzity sálání černého zářiče, ale i těch hodnot, které jsou jen zlomkem sálání černého zářiče (obr. 4).

Energie sálání se pak určí podle Stefan-Boltzmannova zákona podle vztahu

$$Q_s = c_{12} \cdot S_x \left[\left(\frac{T_{mn}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{chn}}{100} \right)^4 \right] \quad (W) \quad (5)$$

kde c_{12} — vzájemný součinitel sálání mezi sušicím médiem a chmelem

Podle těchto zásad je třeba řešit podmínky sušení chmele v celém průřezu sušárnou, zejména teplotu a rychlost proudění sušicího média v době od násypu čerstvého chmele na horní žaluzii až po vyvážení sušeného chmele ze sušárny. Celý tento děj se přibližuje v určitém smyslu protiproudovému ohříváči, takže lze mnohé poznatky aplikovat.

JAKOST SUŠICÍHO MÉDIA

Jakost sušicího média má splňovat požadavky technologické, hospodářské i hygienické.

Z technologického hlediska je třeba, aby sušící médium:

- umožnilo zkrátit sušící proces na nejkratší dobu, čemuž napomáhá jeho vysoká jímavost vlhkosti ze sušeného materiálu;
- zajistilo, že nebude překročena relativní vlhkost v žádném místě jeho průchodu sušenou vrstvou chmele do té hodnoty, při níž by v jakýchkoliv vnějších atmosférických podmínkách mohly kondenzovat obsažené vodní páry sušeného materiálu;
- obsahovalo jen takové látky, které nemohou nepříznivě působit na jakost sušeného chmele a na možnosti jeho skladování.

Z hospodářského hlediska je třeba, aby náklady spojené se zajištěním sušicího média nepřekročily přípustnou finanční částku, která se získá zlepšením jakosti sušeného chmele a úsporami při zvýšení výkonnosti sušárny.

Z hygienického hlediska nesmí sušící médium obsahovat takové množství přímíšenin, které by:

- způsobily, že v pivu (k jehož výrobě bylo použito extraktu z tohoto chmele) by se objevilo nežádoucí množství zdraví škodlivých látek (karcinogenních atd.);
- nepříznivě působily na obsluhu a organizátory technologických i pracovních procesů na sušárně, ale i na okolí.

Z energetického a ekonomického hlediska se nabízí použití svítiv plynu k přímému ohřevu sušicího vzduchu, čímž vzniká sušící médium obdobného charakteru, jako je při pečení chleba nebo při přípravě potravin, ovšem s podstatně nižší koncentrací zplodin hoření svítiv plynu. Proto se zatím doporučuje, zejména s přihlédnutím k nynější energetické situaci, prozkoumat možnost přímého ohřevu sušicího média u sušáren chmele jak při používání svítiv plynu, tak i zemního plynu.

Vnitřní podmínky v sušícím prostoru komory je třeba upravit tak, aby se urychlil proces sušení, zvýšila jakost sušeného chmele a úsporu energie (včetně zhospodárnění celého technologického procesu posklizňové úpravy chmele). Nyní je možné zvýšit rychlost odpařování vytvořením nižšího podtlaku v sušícím prostoru než je v atmosféře. Pro budoucnost se zkoušejí další technická řešení, při nichž by se uvolňovala voda z vnitřních vrstev sušeného chmele ohřevem ultrakrátkými elektromagnetickými vlnami dodávanými vysokofrekvenčním generátorem.

PRÍSTUP ATMOSFÉRICKÉHO VZDUCHU DO SUŠÁRNY A VÝSTUP SUŠÍCIHO MÉDIA DO ATMOSFÉRY

Přístup potřebného vzduchu z atmosféry do sušárny a výstup sušícího média ze sušárny do okolí atmosféry je třeba u sušárny zajistit tak, aby proudění sušícího média vrstvami chmele v sušícím prostoru komory nebylo ovlivňováno nepříznivě větrem ani jinými atmosférickými změnami (obr. 2).

V příštím údobí je při rekonstrukci komorových sušáren třeba, aby dodávané vzduchotechnické zařízení tvořilo regulovatelný systém (s nejvyšším stupněm automatizace) zajišťující dodržení optimálního průběhu regulovaného technologického procesu sušení podle zadaného programu odpovídajícího daným vnějším podmínkám a největšímu hospodářskému přínosu. Technické řešení automatizačního zařízení s programovým řízením je třeba zvláště v jeho elektrotechnické části dodávat v kazetové úpravě. Tato úprava pak umožní, aby důležité části byly během roku umístěny v klimatizované místnosti zemědělského podniku, kde nepodléhají korozi ani jiným nepříznivým vlivům a aby před sezónou mohly být po kontrole servisní službou opět umístěny v sušárně. Tento způsob umožňuje jejich volné použití i k dalším automatizačním a regulačním úkolům v zemědělském podniku.

PŘEMÍSTOVÁNÍ CHMELE V SUŠÁRNĚ

Sušení a přemísťování chmele v sušárně má být řešeno tak, aby nedocházelo k jeho drcení. To předpokládá úpravu průchodnosti žaluzií a snížení výšky dopadajícího chmele na pevnou podložku, popř. snížení počtu přesunů sušeného chmele.

Ostatní úpravy komorových sušáren pro snížení námahy a zlepšení klimatizace, manipulace a skladování čerstvě usušeného chmele budou rozpracovány v dalších pracích.

Zajištění progresivního růstu technické úrovně rekonstrukce komorových sušáren

Pro zajištění progresivního růstu technické úrovně rekonstrukce komorových sušáren chmele se jeví účelné, aby při schvalovacím řízení byl dán souhlas k realizaci jen takových úprav, při nichž projekt respektuje základní technické poznatky zajišťující správnou činnost sušárny i při nepříznivých povětrnostních podmínkách. Mimo jiné musí být sušárny vybaveny odsávacími ventilátory.

Při porovnání úprav komorových sušáren chmele z hlediska zvýšení výkonnosti a jakosti sušeného chmele s možnostmi, které již nyní poskytuje dosahovaná technická úroveň, shledáváme, že se nových znalostí ještě málo využívá. V důsledku toho se pak nedosahuje žádného ekonomického účinku ani v zemědělském podniku, ani v našem státě.

Především není zajištěn:

- stálý proud sušícího média v sušárně a jeho výstup do vnější atmosféry. Je to způsobeno hlavně tím, že do rekonstruovaných sušáren se nezabudovávají dostatečně výkonné odsávací ventily s možností regulace podle stavu zaplnění sušárny, aby sušící proces nebyl v požadované míře ovlivňován vlivem větrného počasí;
- dostatečný tlakový spád, který by umožnil proudění sušícího média vrstvami sušeného chmele, a možnosti jeho regulace i regulace dodávaného množství materiálu; tím by se udržela požadovaná rychlost i při proměnném zatížení sušárny chmele od chodu naprázdno přes postupné zaplňování až po postupné vyprazdňování, při odlehčení během vyprazdňování vozíků nebo pásů;
- podtlak v sušícím prostoru, zejména u plynofikované sušárny s přímým ohřevem sušícího média — sušící médium nesmí vnikat do prostoru pro obsluhu.

ZÁVĚR

Z dosažených výsledků vyplývají tyto závěry:

Při rekonstrukcích komorových sušáren chmele na vyšší sušící výkonnost se zlepšením jakosti usušeného chmele, které jsou realizovány v různých zemědělských závodech (ať již za použití plyných či kapalných paliv), se mnohdy nedostatečně přihlíží k novým poznatkům. Např. se nedostatečně uplatňují poznatky techniky v zabezpečení dobré činnosti sušárny i při větrném počasí (tak často se vyskytujícím v období sklizně) a sušárny nejsou vybavovány odsávacími ventilátory s dostatečným výkonem a s potřebným sacím tlakovým spádem. Dále není zabezpečeno dostatečné proudění sušícího média — ohřátého vzduchu — sušeným chmelem tak, aby jej nejen vysoušel, ale odpařováním vody také chladil. To je možné zejména jeho regulací jak z hlediska dodávaného množství, tak i z hlediska tlakového spádu mezi nejspodnější a nejhořejší vrstvou chmele, jakož i tlakového spádu v sušící komoře a vnější atmosférou.

Pracovníci VÚZT Řepy, VÚCh Žatec a VŠZ Praha v tomto článku předkládají reálné technické podklady, na jejichž základě je možné zvýšit sušící výkonnost i jakost typizovaných komorových sušáren o 300 až 400 % proti výkonnosti těchto sušáren vytápěných podle původního projektu uhlím. Je proto třeba, aby projekční vývojové a realizační útvary, zapojené do rekonstrukcí komorových sušáren, věnovaly realizaci těchto výzkumných poznatků zvýšenou péčí.

Literatura

- ANDERT, A.: Vhodné energetické měniče a zdroje k využití energie ke klimatizačním účelům v zemědělské výrobě. Zeměd. Techn., 14, 1968, č. 4, s. 191-208.
- ANDERT, A.: Studie k rozvoji energetické základny pro čs. zemědělství do roku 1980. Zeměd. Techn., 14, 1968, č. 1, s. 1-18.
- ANDERT, A.: Vliv náhodných změn pracovních podmínek na energetiku agregátu. Zeměd. Techn., 18, 1972, č. 11, s. 663-679.
- ANDERT, A.: Teoretické podklady k perspektivnímu vývoji potřeby energie a jejich měničů v zemědělské výrobě. [Zpráva č. 994.] Praha — Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1973.
- FRIC, V.: Poznatky z nové technologie sušení chmele. In: Sborník VŠZ, Praha 1962, s. 119-127.
- FRIC, V.: Technologie sklizně chmele ve sklizňovém středisku. [Habilitační práce.] Praha 1965. — Vysoká škola zemědělská.
- FRIC, V. — LOUKOTA, M. — MAKOVEC, K.: Vliv extrémních způsobů sušení chmele na jeho jakost. In: Sborník VŠZ, Praha 1975.
- HOŠEK, J. — ANDERT, D.: Některé poznatky při využití svítivplynu v komorových sušárnách chmele. Zeměd. Techn., 21, 1975, č. 11, s. 691-703.
- MAKOVEC, K. — DREXLER, O. — VENT, L. — FRIC, V.: Výsledky pokusů se zvyšováním výkonnosti sušáren. Rostl. Výroba, 19, 1973, č. 3, s. 287-297.
- MAKOVEC, K. — FRIC, V.: Vliv vyšších rychlostí sušicího média na jakost sušeného chmele. Poznatky z laboratorních pokusů VÚCh. Žatec 1975.

Došlo dne 18. 4. 1975

АНДЕРТ, А. — ФРИЦ, В. — МАКОВЕЦ, К. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы; Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол; Научно-исследовательский институт хмелеводства, Жатец): Усовершенствование камерных сушилок, повышающее их производительность и качество сушеного хмеля. Земед. Техн., 24, 1978 (1) : 27-44.

Предпосылкой хорошего хозяйствования в нашей стране является целесообразная модернизация уже затраченных капиталовложений в духе последних достижений технического прогресса, позволят ли их концепция, или ее части. Путем такой модернизации понижается не только затрата новых капиталовложений, но и удельные затраты на единицу исполненной работы. Поэтому мы решили объяснить и разработать реальные предпосылки технического решения модернизации камерных сушилок хмеля. Мы исходили из научно-исследовательских данных последнего периода (а именно, как с точки зрения использования энергии в сельском хозяйстве, так и с точки зрения данных о влиянии повышения скорости сушильной среды на качество сушеного хмеля) и реконструкций этих сушилок, которые повысили производительность только на 80—100 %. На основе полученных данных мы разработали конкретное техническое решение новой ступени модернизации камерных сушилок, которые позволят повысить их производительность на 300—400 % по сравнению с производительностью, на которую они были рассчитаны при отоплении твердыми видами топлива, и которые одновременно повысят качество сушеного хмеля.

камерная сушилка хмеля; регулирование скорости течения сушильной среды; теплопроизводительность; нижнее давление в сушильной камере; нагнетательный и вытяжной вентилятор

ANDERT, A. — FRIC, V. — MAKOVEC, K. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy; University of Agriculture, Praha - Suchdol; Research Institute of Hops, Žatec): Adaptations of Chamber Driers with Increase their Throughput and the Quality of Dried Hops. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1) : 27-44.

A condition for good management in this country is purposeful modernization of the existing investments, in keeping with the idea of technical progress, so long as their conception or even parts of it allow. Such modernization decreases not only the need of new investments, but also the relative costs per unit of spent labour. Therefore we decided to elucidate and work out realistic conditions for the technical solution of modernization of hop chamber driers. We began with the findings of the latest scientific research (from both the aspect of energy in agriculture and the effect

of increased speed of the drying medium on the quality of hops) and experience from the reconstructions of these driers which increased the output by only 80 to 100 %. On the basis of the findings obtained a concrete technical solution of a new grade modernization of chamber driers was elaborated which will allow an increase in output by 300–400 %, compared with values based on solid fuel heating, which will simultaneously improve the quality of dried hops.

chamber drier for hops; regulation of drying medium current; heat output; under-pressure in the drying space; pressure and suction fan

ANDERT, A. — FRIC, V. — MAKOVEC, K. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepý; Landwirtschaftliche Hochschule, Praha - Suchbát; Forschungsinstitut für Hopfenanbau, Žatec): *Veränderungen an Kammertrockenanlagen, durch die deren Durchgangsleistung und Trockenhopfenqualität angehoben werden*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1) : 27-44.

Eine Voraussetzung für gute Wirtschaft in unserem Lande ist zweckmäßige Modernisierung der bereits gelieferten Investitionen im Sinne der letzten Erkenntnisse des technischen Fortschritts, sofern es durch deren Konzeption, bzw. deren Teile ermöglicht wird. Durch solche Modernisierung werden nicht nur der Bedarf an neuen Investitionen, sondern auch die spezifischen Kosten je Einheit geleisteter Arbeit herabgesetzt. Daher wurde beschlossen, reale Voraussetzungen für technische Lösung der Modernisierung bei Hopfenkammertrockenanlagen zu klären und durchzuarbeiten. Dabei wurde von forschungswissenschaftlichen Erkenntnissen der letzten Zeit (und zwar sowohl von der Hinsicht der Energieausnutzung in der Landwirtschaft, als auch von der Hinsicht der Erkenntnisse über Einfluß erhöhter Trockungsmediumgeschwindigkeit auf Trockenhopfenqualität) und der bisherigen Rekonstruktionen dieser Trockenanlagen, durch die Durchgangsleistung nur um 80 bis 100 % angehoben wurde, ausgegangen. Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen wurden konkrete technische Lösungen des neuen Modernisierungsgrades bei Kammertrockenanlagen erarbeitet, durch die eine Mehrleistung von 300 bis 400 % gegenüber den Werten, für die sie bei Heizung mit festen Brennstoffen gebaut wurden, ermöglicht wird und durch die gleichzeitig auch die Trockenhopfenqualität angehoben wird.

Hopfenkammertrockenanlage; Regulation der Strömungsgeschwindigkeit des Trockungsmediums; Wärmeleistung; Unterdruck im Trockungsraum; Druck- und Saugventilator

Adresy autorů:

Ing. Antonín Andert, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepý

Doc. ing. Václav Fric, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát
Ing. Karel Makovec, Výzkumný ústav chmelářský, 438 46 Žatec

POSOUZENÍ PRACOVNÍ ZÁTĚŽE OBSLUHY SAMOJÍZDNÝCH STROJŮ PRO SKLIZEŇ CUKROVKY

J. Staněk

STANĚK, J. 'Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Posouzení pracovní zátěže obsluhy samojízdných strojů pro sklizeň cukrovky*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1) : 45-56.

V příspěvku jsou objasněny některé problémy spojené s pracovní činností člověka při obsluze moderních zemědělských strojů. Abychom získali výchozí podklady pro uspořádání pracovních míst u strojů nové generace, sledovali jsme ergonomické vlastnosti a parametry samojízdných strojů pro rozdělenou sklizeň cukrovky, ořezávače chrástu 6-OCS a vyorávače bulv KS-6. Byl zjišťován celkový energetický výdaj obsluhy, námaha při práci s jednotlivými ovládací a tepové frekvence řidičů obou strojů. Na základě dosažených poznatků bude třeba se zabývat snížením ovládací síly u některých pák a pedálů, zlepšením řízení a navádění u samojízdného šestiřádkového ořezávače chrástu 6-OCS a v některých případech i novým rozdělením ovládacích úkonů na jednotlivé končetiny nebo jejich zjednodušením. Poněvadž práce při obsluze těchto strojů patří do kategorie lehké fyzické práce, nedojde v dalším řešení k snižování fyzické námahy za každou cenu, ale spíše k snížení a vyrovnaní špiček a nerovnoměrností a zejména k odstranění škodlivých vlivů jako hluk, vibrace, prach, teplota apod. Dále je třeba upozornit zemědělskou praxi na význam dobré organizace dopravy a nasazení vhodných dopravních prostředků pro odvoz skrojků a bulv ve spojitosti s podstatným snížením námahy při obsluze obou strojů.

sklizeň cukrovky; samojízdný ořezávač chrástu a vyorávač bulv; pracovní zátěž obsluhy

Při vývoji zemědělských strojů a traktorů je třeba důsledně dbát na to, aby člověk byl limitujícím činitelem v pracovním procesu a aby se technika přizpůsobila jeho možnostem. Je proto nezbytné věnovat pozornost optimalizaci vztahů mezi lidskými možnostmi a pracovními podmínkami při obsluze strojů a traktorů a objasňovat jednotlivé vlivy a závislosti. K tomu má přispět i tato práce zabývající se otázkami pracovní zátěže při ovládání samojízdného šestiřádkového ořezávače chrástu 6-OCS a samojízdného šestiřádkového vyorávače bulv KS-6, které s dopravními prostředky pro odvoz řepných skrojků a bulv tvoří technologickou linku rozdělené sklizeň cukrovky. Technologická linka je z hlediska dosavadních znalostí velmi perspektivní a zjištěné poznatky při jejím ergonomickém ověření budou použity pro přípravu strojů nové generace. Byl zjišťován celkový energetický výdaj při řízení

obou strojů a námaha při manipulaci a pedipulaci s ovládači. Zároveň byly zjišťovány tepové frekvence kombajnérů.

METODIKA

Při řešení problému byly měřeny síly potřebné k manipulaci a pedipulaci s ovládači, délka dráhy ovládačů a čas potřebný k jednotlivým ovládacím úkonům. Dále byly pořízeny časové snímky zachycující četnost a druh pohybů obsluhy při ovládání obou strojů. Síly na ovládacích jsme měřili pružinovým siloměrem a tenzometrickým zařízením vyvinutým ve Státní zkušebně zemědělských a lesnických strojů v Praze-Řepích.

Výdaj energie kombajnérů jsme sledovali ve spolupráci s Ústavem práce v zemědělství a potravinářském průmyslu, Praha, tzv. parciální metodou nepřímé kalorimetrie; zatížení kardiovaskulárního systému bylo hodnoceno podle tepové frekvence kombajnérů při práci. Při použití metody nepřímé kalorimetrie byl exspirovaný vzduch zachycován Douglasovým vakem. Byla stanovena tzv. plicní ventilace (dechový objem) a proveden rozbor vydýchaného vzduchu s použitím Orsathova přístroje, aby se zjistil poměr mezi vydýchaným CO_2 a spotřebovaným O_2 [tzv. respirační koeficient RQ]. Z těchto údajů bylo stanoveno množství vynaložené energie při pracovní činnosti. Jde o vynaloženou energii netto, tj. bez spotřeby energie na klidovou přeměnu látek pro udržení základních funkcí lidského těla (bazálního metabolismu). Pro měření energetické spotřeby byli vybráni zdraví pracovníci s vyhovující stabilitou nervové soustavy, dostatečně kvalifikovaní ve své profesi (tab. I).

I. Základní zdravotní charakteristika řidičů-kombajnérů — Principal characteristics of the health of combine drivers

Obsluhovaný stroj	Věk	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	Klidový puls za min.	Krevní tlak (torr)	Celkový zdravotní stav
Ořezávač chrástu 6-OCS	48	92	176	72	140/80	uspokojivý
Vyorávač bulev KS-6	31	92	185	81	135/80	uspokojivý

Tepové frekvence byly zaznamenány měřičem pulsů typu Habla s telemetrickým přenosem. U každého kombajnéra byla uskutečněna tři hodinová měření. Z dosažených údajů byly stanoveny průměrné hodnoty tzv. brutto pulsů za jednu minutu.

Jelikož jsme současně sledovali četnost a druh pohybů při ovládání a průběh tepové frekvence, bylo možné posoudit vliv vynakládané mechanické práce na tepovou frekvenci. Z tohoto srovnání vyplývá v určitých případech i vliv psychické námahy na tepovou frekvenci.

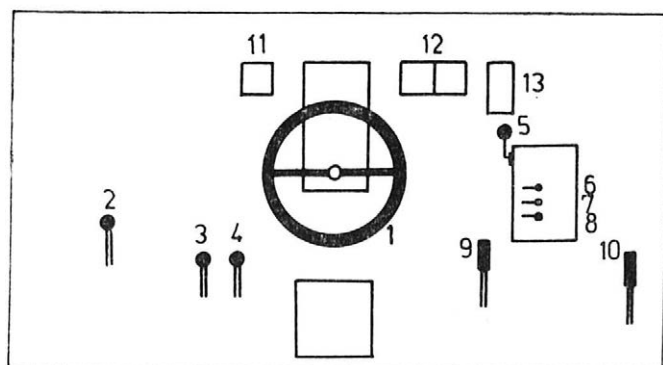
Vzhledem k tomu, že způsob ovládání a uspořádání pracovního místa je u obou strojů z ergonomického hlediska podobný, bylo možné oba stroje také navzájem porovnat.

PODMÍNKY VÝZKUMU

Výzkum pracovní zátěže při ovládání samojízdných ořezávačů a vyorávačů byl uskutečněn dne 20. 10. 1976 na Státním statku Jeneč za těchto základních podmínek: délka pozemku 892 m; půda jílovitohlinitá;

II. Fyzikální faktory pracovního prostředí — Physical factors of the working place

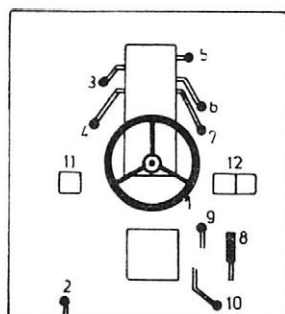
Měření	Rychlost proudění vzduchu (m s ⁻¹)	Teplota vzduchu (°C)	Výsledná teplota na pracovním místě (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)	
				venku	v kabině
Ořezávač chrástu 6-OCS					
1			18,5	80	65
2	0,5	10	18,0	66	52
3			16,5	65	49
4			19,0	78	53
Vyorávač bulev KS-6					
1			15,0	80	67
2	0,5	10	19,0	66	49
3			18,5	65	49
4			16,0	78	65



1. Ořezávač chrástu 6-OCS — Sugar-beet toppler 6-OCS

1 — volant, 2 — řadicí páka rychlostí, 3 — páka řazení polních a silničních rychlostí, 4 — páka řazení náhonů vývodového hřídele a hydrauliky, 5 — páka ruční regulace dávky paliva, 6 — páka zdvihání a spouštění ořezávacích jednotek, 7 — páka nakládání horní části nakládacího dopravníku, 8 — páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku, 9 — páka vypínání vývodového hřídele, 10 — páka ruční brzdy, 11 — pedál pojezdové spojky, 12 — pedály nožní brzdy (spojené západkou), 13 — pedál nožní regulace dávky paliva

vlhkost půdy v hloubce 0—5 cm 23,05—24,92 %; výnos bulev 23,5 t ha⁻¹; výnos skrojků 23,5 t ha⁻¹; pracovní rychlost ořezávače chrástu 3,9 km h⁻¹; pracovní rychlost vyorávače bulev 4,5 km h⁻¹; odvoz skrojků traktorovými přívěsy 3,5 t se zvýšenými postranicemi; odvoz bulev nákladními automobily 10 t. (Použitý ořezávač chrástu 6-OCS a vyorávač bulev KS-6 byly majetkem státního Statku Jeneč a jejich technický stav lze hodnotit jako průměrný.) Fyzikální faktory pracovního prostředí jsou uvedeny v tab. II. Schéma rozmístění ovládačů je uvedeno pro ořezávač chrástu 6-OCS na obr. 1 a pro vyorávač bulev KS-6 na obr. 2.



2. Vyorávač bulev KS-6 — Sugar-beet lifter KS-6

1 — volant, 2 — páka zapojení reduktoru a spojky spouštěcího motoru, 3 — páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku, 4 — páka zapínání nakládacího a pásového dopravníku, 5 — páka ruční regulace dávky paliva, 6 — páka zdvihání a spouštění vyorávacích jednotek, 7 — páka variátoru, 8 — páka ruční brzdy, 9 — řadící páka rychlostí, 10 — páka vypínání spojky náhonu pracovních orgánů, 11 — pedál pojezdové spojky, 12 — pedály nožní brzdy (spojené západkou)

VÝSLEDKY

Z výsledků uvedených v tab. III a IV je patrné, že síly potřebné k ovládání, které jsou limitovány normou ČSN 47 0002, jsou v některých případech překročeny. Jde o páku vypínání vývodového hřídele, páku ruční brzdy, podél pojezdové spojky, pedály nožní brzdy a pedál nožní regulace dávky paliva u ořezávače chrástu 6-OCS a o páku variátoru a pedály nožní brzdy u vyorávače KS-6.

Průměrná síla připadající na jeden ovládací úkon činila u ořezávače chrástu asi 123,0 N a u vyorávače bulev asi 117,5 N. Průměrná dráha ovládače u ořezávače byla 0,24 m a u vyorávače 0,28 m. Průměrná vykonaná práce na jeden ovládací úkon byla u ořezávače chrástu 21,68 J, u vyorávače bulev 24,25 J. Z dalších výsledků, uvedených v tab. V, je zřejmé, že ořezávač chrástu 6-OCS je z hlediska celkového počtu všech ovládacích pohybů dosti náročný, což bylo především způsobeno vyšším počtem pohybů volantem (74,15 % z celkového počtu), a to zejména pohybů volantem do 30°. Zlepšením naváděním v řádcích se podstatně omezí počet manipulací s volantem. Dále je zde zřejmý podstatně vyšší podíl pohybů pravé ruky, způsobený zejména intenzívnějšími manipulacemi s nakládacím dopravníkem při plnění traktorových přívěsů řepnými skrojky, s čímž souvisí i zvýšená manipulace s pákou ruční regulace dávky paliva. Tuto otázku bude možné řešit volbou vhodnějších prostředků pro odvoz řepných skrojků.

Vyorávač bulev KS-6 má celkově příznivější a jednodušší vedení v řádcích, což je patrné i z toho, že na manipulaci s volantem připadá asi 64 % ze všech ovládacích pohybů. Jednodušší manipulace s ostatními ovládacími (tab. VI) vyplývá především z velkokapacitní dopravy bulev nákladními automobily 10 t.

III. Základní hodnoty naměřené při ovládání ořezávače chrástu 6-OCS — Principal values with the operation of the 6-OCS sugar-beet toppler

Ovládač	Ovládání	Ovládací síla (N)	Dráha ovládače (m)	Čas potřebný na jeden úkon (s)	Práce vykonaná při jednom úkonu (J)	Výkon při manipulaci s ovládačem (W)
Volant	obě ruce	40	1,26	3	50,40	16,80
Řadící páka rychlostí	levá ruka	30	0,15	2	4,50	2,25
Páka řazení polních a silničních rychlostí	levá ruka	10	0,10	1	1,00	1,00
Páka řazení náhonů vývodového hřídele a hydrauliky	levá ruka	30	0,20	1	6,00	6,00
Páka ruční regulace dávky paliva	pravá ruka	40	0,25	1	10,00	10,00
Páka zdvihání a spouštění ořezávacích jednotek	pravá ruka	15	0,12	7	1,80	0,26
Páka naklápění horní části nakládacího dopravníku	pravá ruka	15	0,12	2	1,80	0,90
Páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku	pravá ruka	15	0,12	4	1,80	0,45
Páka vypínání vývodového hřídele	pravá ruka	140	0,23	1	32,20	32,20
Páka ruční brzdy	pravá ruka	160	0,22	1	35,20	35,20
Pedál pojezdové spojky	levá noha	400	0,12	3	48,00	16,00
Pedály nožní brzdy (spojené západkou)	pravá noha	640	0,13	2	83,20	41,60
Pedál nožní regulace dávky paliva	pravá noha	60	0,10	0,5	6,00	12,00

IV. Základní hodnoty naměřené při ovládání vyorávače bulv KS-6 — Principal values with the operation of the KS-6 sugar-beet lifter

Ovládač	Ovládání	Ovládací síla (N)	Dráha ovládače (m)	Čas potřebný na jeden úkon (s)	Práce vykonaná při jednom úkonu (J)	Výkon při manipulaci s ovládačem (W)
Volant	obě ruce	30	1,33	3	39,90	13,30
Páka zapojení reduktoru a spojky spouštěcího motoru	levá ruka	80	0,35	4	28,00	7,00
Páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku	levá ruka	80	0,15	16	12,00	0,75
Páka zapínání nakládacího a pásového dopravníku	levá ruka	110	0,14	1	15,40	15,40
Páka ruční regulace dávky paliva	pravá ruka	60	0,23	1	13,80	13,80
Páka zdvihání a spouštění vyorávacích jednotek	pravá ruka	90	0,14	7	12,60	1,80
Páka variátoru	pravá ruka	100	0,10	3	10,00	3,33
Páka ruční brzdy	pravá ruka	60	0,25	1	15,00	15,00
Řadící páka rychlosti	pravá ruka	80	0,13	2	10,40	5,20
Páka vypínání spojky náhonu pracovních orgánů	pravá ruka	60	0,25	2	15,00	7,50
Pedál pojezdové spojky	levá noha	200	0,25	2	50,00	25,00
Pedály nožní brzdy (spojené západkou)	pravá noha	460	0,15	2	69,00	34,50

V. Četnost ovládacích pohybů při obsluze ořezávače chrástu 6-OCS — Number of operations with the 6-OCS sugar-beet toppler

Ovládač	Ovládání	Počet pohybů za h	Podíl počtu pohybů na jednotlivé končetiny (%)	Vykonaná práce při ovládání stroje za hodinu (J)	Podíl vykonané práce na jednotlivé končetiny (%)
Volant — plné otočení — do 30°	obě ruce	8 910	74,15	4032,0 3822,0	81,24
Řadící páka rychlosti	levá ruka	4	2,75	18,0	2,15
Páka řazení polních a silničních rychlostí	levá ruka	—		—	
Páka řazení náhonů vývodového hřídele a hydrauliky	levá ruka	30		190,0	
Páka ruční regulace dávky paliva	pravá ruka	86	18,57	860,0	13,46
Páka zdvihání a spouštění ořezávacích jednotek	pravá ruka	5		9,0	
Páka naklápění horní části nakládacího dopravníku	pravá ruka	55		99,0	
Páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku	pravá ruka	78		140,4	
Páka vypínání vývodového hřídele	pravá ruka	6		193,2	
Páka ruční brzdy	pravá ruka	—		—	
Pedál pojezdové spojky	levá noha	27	2,18	129,6	1,35
Pedály nožní brzdy (spojené západkou)	pravá noha	—	2,35	—	1,80
Pedál nožní regulace dávky paliva	pravá noha	29		174,0	
Celkem		1238	100,00	9667,2	100,00

Z obou časových snímků (tab. V a VI) vyplývá také zvýšené zatížení pravé ruky vyšším počtem ovládacích pohybů.

Ze zjištěných hodnot průměrného energetického výdaje (tab. VII) vyplývá, že podle československé arbitrážní stupnice namáhavosti (Fiala, Hanusová, 1976) jde o práci zařazenou do kategorie lehké fyzické práce, tj. do 12,560 kJ min⁻¹. Celkový průměrný energetický výdaj byl vyšší při ovládání ořezávače 6-OCS ve srovnání s vyorávačem KS-6. Toto zjištění odpovídá i dalším výsledkům dosaženým u pěti ořezá-

VI. Četnost ovládacích pohybů při obsluze vyorávače bulev KS-6 — Number of operations with the KS-6 sugar-beet lifter

Ovládač	Ovládání	Počet pohybů za h	Podíl počtu pohybů na jednotlivé končetiny (%)	Vykonaná práce při ovládání stroje za hodinu (J)	Podíl vykonané práce na jednotlivé končetiny (%)
Volant — plné otočení — do 30°	obě ruce	10 243	64,22	399,0 907,9	36,73
Páka zapojení reduktoru a spojky spouštěcího motoru	levá ruka	1	7,36	28,0	12,05
Páka zdvihání a spouštění nakládacího dopravníku	levá ruka	9		108,0	
Páka zapínání nakládacího a pásového dopravníku	levá ruka	19		292,6	
Páka ruční regulace dávky paliva	pravá ruka	18	24,87	248,4	31,55
Páka zdvihání a spouštění vyorávacích jednotek	pravá ruka	11		138,6	
Páka variátoru	pravá ruka	48		480,0	
Páka ruční brzdy	pravá ruka	—		—	
Řadící páka rychlosti	pravá ruka	13		135,2	
Páka vypínání spojky náhonu pracovních orgánů	pravá ruka	8		120,0	
Pedál pojezdové spojky	levá noha	14	3,55	700,0	19,67
Pedály nožní brzdy (spojené západkou)	pravá noha	—	—	—	—
Celkem		394	100,00	3557,7	100,00

VII. Výdaj energie a tepové frekvence řidiče-kombajnéra — Energy output and pulse frequency of combine driver

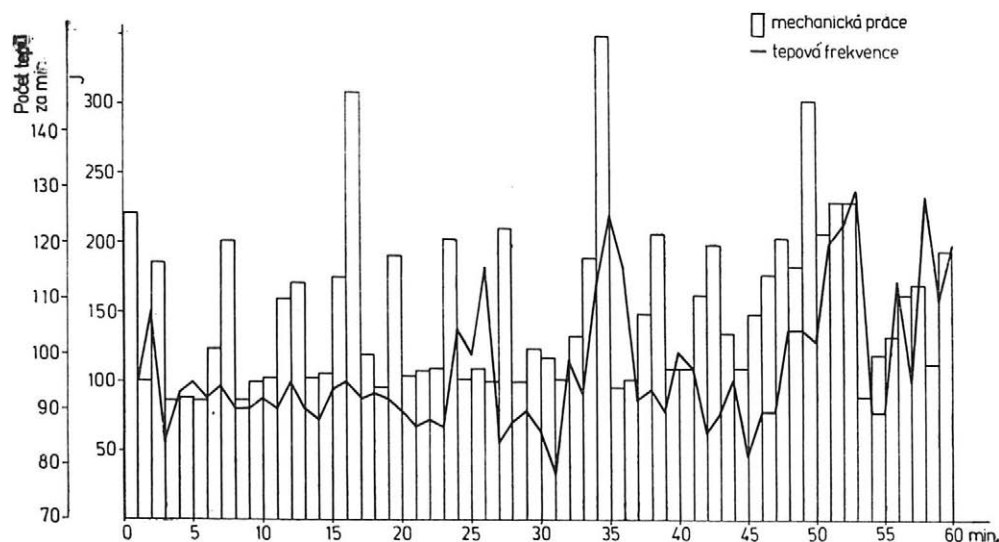
Obsluhovaný stroj	Průměrný minutový energetický výdaj (netto)		Průměrná minutová tepová frekvence	
	J	kcal ⁺)	brutto tepy	netto tepy
Ořezávač chrástu 6-OCS	12 181,26	2,91	98	26
Vyorávač bulev KS-6	11 553,36	2,76	109	28

⁺) Průměrný energetický výdaj je uveden pro názornost i v kaloriích (kcal)

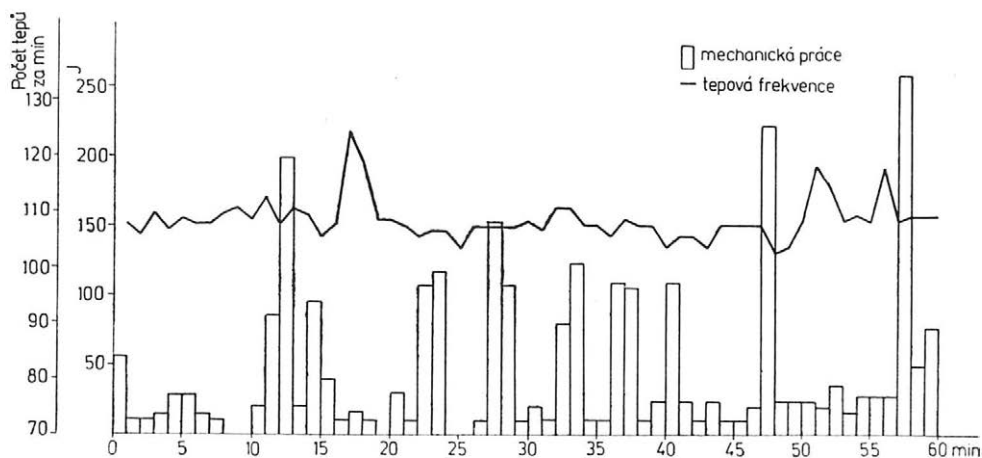
vačů 6-OCS a pěti vyorávačů KS-6 v roce 1976 (Stánek, 1976). V těchto případech činil průměrný energetický výdaj u ořezávače 8,832 kJ min⁻¹, u vyorávače 8,363 kJ min⁻¹.

U zjištěných průměrných tepových frekvencí (tab. VII) je možné konstatovat, že zejména průměrné hodnoty netto pulsů jsou při obsluze obou strojů vyrovnané a že nebylo dosaženo limitních hodnot pro středně namáhavou svalovou práci.

Současně jsme srovnávali vliv vynakládané námahy, a to zejména



3. Průběh vynaložené mechanické práce a tepové frekvence při obsluze ořezávače chrástu 6-OCS — Course of the produced mechanical work and pulse frequency when operating the 6-OCS sugar-beet topper



4. Průběh vynaložené mechanické práce a tepové frekvence při obsluze vyorávače bulev KS-6 — Course of the produced mechanical work and pulse frequency when operating the KS-6 sugar-beet lifter

mechanické práce na obsluhu ořezávače chrástu 6-OCS (obr. 3) a vyorávače bulev KS-6 (obr. 4).

V některých úsecích je na obou grafech patrna reakce organismu na vnější podněty zvýšením tepové frekvence (zejména na obr. 3, kde je zřejmé zvyšování tepových frekvencí při otáčkách na souvratích a při plnění vozů). Například ve 26. a 35. minutě se zvýšila tepová frekvence obsluhy, když nastaly potíže při plnění přívěsů v důsledku nepřesné jízdy traktoru, v 50. až 54. minutě při ucpání ořezávacího ústrojí a rovněž v 56. až 57. minutě při plnění vozu řepnými skrojky.

Z obr. 4 je rovněž patrné kolísání množství vynaložené práce při ovládání vyorávače KS-6, a to zejména při otáčkách na souvratích. Tomu odpovídají v některých případech i zvýšené tepové frekvence, například v 17. minutě po výměně nákladního automobilu a po 48. minutě po otáčce na souvrati a při začátku nové jízdy.

DISKUSE A ZÁVĚR

Výsledky informují o silových poměrech u jednotlivých ovládačů a ukazují, které ovládače bude třeba z hlediska platné normy ČSN 47 0002, eventuálně kde tuto normu novelizovat.

U údajů o četnosti manipulačních a pedipulačních pohybů při ovládání obou strojů (tab. V a VI) je zajímavé, že četnost těchto pohybů závisí i na délce a tvaru pozemků, na kapacitě dopravních prostředků a na celkové organizaci dopravy. Z těchto výsledků je rovněž patrné, že u ořezávače chrástu 6-OCS musí řidič-kombajnér vykonávat příliš mnoho pohybů volantem, což zbytečně zvyšuje jeho fyzickou i psychickou zátěž a že bude třeba pravděpodobně zlepšit navádění ořezávače v řádcích.

Z hlediska ovládacích úkonů je třeba dbát o jejich rovnoměrné rozdělení na jednotlivé končetiny (Glivický, 1976, Šmíd, 1975). Přitom je však nutné brát v úvahu i rozdíl ve funkčních schopnostech končetin, určitou vzájemnou nadřazenost ovládačů a jejich skupin, rozdělení do logických celků a rovněž tzv. psychomotorické stereotypy, vznikající návykem při obsluze podobných strojů.

Při posouzení všech těchto hledisek bude třeba se zabývat novým rozdělením nebo zjednodušením některých ovládacích úkonů.

Na základě fyziologických měření je možné konstatovat, že energetický výdaj při ovládání obou strojů patří do kategorie lehké fyzické práce. Nebude tedy v tomto případě nezbytné zabývat se poměrně nákladným celkovým snižováním podílu fyzické práce za každou cenu, a to i s ohledem na potřebu organismu zachovat minimum fyzické námahy. Správnou cestu je možné vidět zejména ve snížení a vyrovnaní špiček a nerovnoměrností při ovládání, v odstranění vnějších psychologických vlivů pramenících například ze špatné organizace práce a návaznosti na ostatní části technologické linky a rovněž ve snižování škodlivých vlivů jako prachu, vibrací, hluku, extrémních teplot apod.

Literatura

ČSN 47 0002: Zásady pro konstrukci zemědělských strojů, náradí, mechanického zařízení a traktorů z hlediska bezpečnosti a ochrany při práci. 1966

FIALA, A. — HANUSOVÁ, V.: Fyziologické a hygienické studie některých péstebních prací v lesnictví. Lesnictví, 1976, s. 602.
 GABRIEL, V.: Pracovní stanoviště traktoristy z hlediska jeho přizpůsobení psychofyziologickým potřebám. In: Sborník II. ergonomické konference ČKVR Praha. 1971, s. 144-154.
 GLIVICKÝ, V.: Úvod do ergonomie. Praha, Práce 1975.
 STANĚK, J.: Pracovní námaha při ovládání samojízdných ořezávačů a vyorávačů cukrovky. [Dílčí zpráva.] Praha, Výzk. ústav zem. techniky 1976.
 SMÍD, M.: Ergonomické parametry. Praha, St. nakl. techn. lit. 1976.

Došlo dne 8. 6. 1977

СТАНЕК, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Оценка рабочей нагрузки обслуживающего персонала самоходных машин. Земѣд. Techn., 24, 1978 (1) : 45-56.

В статье объясняются некоторые проблемы, связанные с рабочей деятельностью человека при обслуживании современных сельскохозяйственных машин. Для того, чтобы получить отправные материалы для устройства рабочих мест в машинах новой генерации, изучались эргономические свойства и параметры самоходных машин для раздельной уборки сахарной свеклы, ботвореза 6-OCS и свклоподъемника KS-6. Была установлена общая затрата энергии у обслуживающего персонала, нагрузка во время работы с отдельными механизмами и управления и частота пульса у водителей обеих машин. На основе достигнутых результатов надо будет заниматься вопросом понижения усилия, затраченного на управление у некоторых рычагов и педалей, улучшения управления у самоходного шестирядного ботвореза 6-OCS в некоторых случаях и новым распределением функций управления на отдельные конечности, или их упрощением. Так как обслуживание этих машин относится к категории легкого физического труда, то при дальнейшем решении физическая нагрузка не будет снижаться любой ценой, скорее будет снижаться и выравниваться пиковая нагрузка и неравномерность, особенно устраняться вредное влияние шума, вибрации, пыли, температуры и т. д. Далее, необходимо в сельскохозяйственной практике обратить внимание на значение хорошо организованного транспорта и внедрение пригодных транспортных средств для отвоза обрезков и корней со значительным понижением трудоемкости при обслуживании обеих машин.

уборка сахарной свеклы; самоходный ботворез и свклоподъемник; рабочая нагрузка обслуживающего персонала

STANĚK, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Working Stress in Man when Operating Self-Propelled Machines*. Zemѣd. Techn., 24, 1978 (1) : 45-56.

Some problems connected with the working activity of man when operating modern agricultural machines are mentioned in the paper. Ergonomic properties and parameters of self-propelled machines for two-stage sugar-beet harvesting, parameters of the 6-OCS beet topper and the KS-6 beet lifter were investigated with the aim to find the best array of working places at machines of the new generation. The total energy requirement, labour with the operation of individual switches, and pulse frequency of the drivers of both machines were studied. According to the results obtained, it will be necessary to lower the operating forces in some levers and pedals, to improve the control of the self-propelled 6-OCS six-row beet topper, and, in some cases, to distribute anew the operations for individual limbs, or to simplify the operations. As operating the above mentioned machines belongs to easy manual work the further solution will not aim at reducing the laboriousness by all means but rather to lower and compensate the peaks and inequalities, and, especially, to remove noxious effects such as noise, vibrations, dust, temperature, etc. Attention should be drawn to the significance of good transport organization and application of appropriate transport means for tops and roots connected with a considerable decrease in the laboriousness of operating both machines.

sugar-beet harvesting; self-propelled beet topper and lifter; working stress

STANĚK, J. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepý): *Beurteilung der Arbeitsbelastung der Bedienung von Selbstfahrmaschinen*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1): 45-56.

Im Beitrag werden einige Probleme erläutert, die mit der Arbeitstätigkeit des Menschen während der Bedienung von modernen Landmaschinen verbunden sind. Um Ausgangsunterlagen für die Anordnung der Arbeitsplätze an Maschinen der neuen Generation zu erhalten, hat man ergonomische Eigenschaften sowie Parameter der selbstfahrenden Maschinen für die getrennte Zuckerrübenenernte – des Rübenköpfers 6-OCS und des Rübenrodeladers KS-6 verfolgt. Es wurde der gesamte energetische Aufwand der Bedienung, Arbeitsbeanspruchung mit einzelnen Betätigungsorganen und die Pulsfrequenzen der Lenker beider Maschinen ermittelt. Auf Grund der erzielten Erkenntnisse wird es erforderlich sein, sich mit der Senkung der Betätigungskraft bei einigen Hebeln und Pedalen, mit der Verbesserung der Steuerung und Lenkung bei dem selbstfahrenden sechsstufigen Rübenköpfer 6-OCS und in manchen Fällen auch mit neuer Verteilung der Betätigungsvorgänge auf einzelne Gliedmaßen oder mit deren Vereinfachung zu befassen. Da die Arbeit bei der Bedienung dieser Maschinen in die Kategorie der leichten körperlichen Arbeit gehört, wird es in der weiteren Lösung zu keiner Senkung der körperlichen Anstrengung um jeden Preis kommen, sondern eher zur Senkung und zum Ausgleich der Engpässe und Ungleichmäßigkeiten und besonders zur Entfernung der schädlichen Auswirkungen, so wie Lärm, Schwingung, Staubentwicklung, Temperatur u. dgl. Ferner muß man die landwirtschaftliche Praxis auf die Bedeutung einer guten Transportorganisation und Einsatz geeigneter Transportmittel zur Rübenkopf – und Rübenknollenabfuhr im Zusammenhang mit der wesentlichen Senkung der Anstrengung bei der Bedienung beider Maschinen aufmerksam machen.

Zuckerrübenenernte; selbstfahrender Rübenköpfer und Rodegabel; Arbeitsbelastung der Bedienung

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Staněk, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepý

VÝZKUM PRACOVNÍCH ORGÁNŮ PRO SETÍ DO NEZPRACOVANÉ PŮDY

K. Čajčík

ČAJČÍK, K. (Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha - Chodov): *Výzkum pracovních orgánů pro setí do nezpracované půdy*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (1) : 57-64.

Cílem výzkumu bylo ověřit jiné typy pracovních orgánů, které by umožnily při stejné nebo lepší funkci snížit přídavnou zátěž, potřebnou u secích strojů pro setí do nezpracované půdy, osazených tříkotoučovými výsevními botkami. Z vybraných a zkoušených typů pracovních orgánů nejlépe vyhověla kombinace rovného kotoučového krojidla s dlátovou botkou, která byla navržena ve více provedeních k rozšířeným zkouškám v různých pracovních podmínkách v roce 1977.

pracovní orgány a aktivní a pasivní; rozložení sil; eliminace nevhodných typů; krojidlo a dlátová botka; výsledky zkoušek

Rozvoj zemědělské velkovýroby vyžaduje, aby se zaváděly nové vysoce výkonné mechanizační prostředky a nové metody práce, které by zvyšovaly výnosy a snižovaly pracovní operace.

Mezi efektivní metody práce patří i výsev obilovin a travin do nezpracované půdy. Pro tento způsob v n. p. ROSS Roudnice vyvinuli a zahájili výrobu secího stroje 20-SEX-BJ-150 o záběru 3 m s dvaceti tříkotoučovými botkami. Aby se tímto strojem dosáhla požadovaná hloubka 6 cm i v silně utužených půdách, je vybaven přídavnou zátěží o hmotnosti ca 1700 kg. Celkové zatížení na jednu botku, vyvozené z hmotnosti stroje i přídavné zátěže, je 170 kg.

Se zvětšováním osevních ploch vzrůstá požadavek i na zvětšování záběru secích strojů. Tím se zvyšuje i přídavná zátěž. Proto jsme se v našem ústavu zaměřili na ověření takových typů pracovních orgánů, které by umožnily snížit potřebnou zátěž, a to zejména pro práci v tvrdých a ulehých půdách.

VYBRANÉ PRACOVNÍ ORGÁNY

Při řešení výzkumného úkolu byly vybrány pracovní orgány aktivní i pasivní, u pasivních pak typy rotační i pevné, z toho některé ve

vzájemné kombinaci. Na základě teoretických rozvah byly pro zkoušky navrženy tyto typy pracovních orgánů:

- a) naháněná kotoučová fréza se střídavě vyhnutými noži, vytvářející klínovou drážku;
- b) naháněná kotoučová hvězdice se střídavě broušenými řeznými hranami, vytvářející drážku o šířce 6 mm;
- c) kombinace kotoučového krojidla s bočně umístěnou dlátovitou radličkou, vytvářející klínovou drážku;
- d) kombinace disku s předsazeným kotoučovým krojidlem;
- e) dvě kotoučová krojidla uložená souose vedle sebe ve vzdálenosti 20 mm;
- f) dvě kotoučová krojidla uložená vedle sebe s rozvorem 50 mm;
- g) tříkotoučová botka s kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 280 mm;
- h) tříkotoučová botka s vlnitým kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 320 mm a amplitudě $A = 12$ mm;
- j) samostatný disk;
- k) kombinace kotoučového krojidla s dlátovou botkou, jejichž břity vytvářejí jednu stopu;
- l) dvě kotoučová krojidla uložená vedle sebe s rozvorem 100 mm;
- m) tříkotoučová botka s kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 240 mm;
- n) tříkotoučová botka s kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 350 mm;
- o) tříkotoučová botka s vlnitým kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 320 mm a amplitudě $A = 22$ mm;
- p) tříkotoučová botka s vlnitým kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 320 mm a amplitudě $A = 40$ mm;
- r) tříkotoučová botka standardní, která sloužila jako etalon.

ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ

Hlavním cílem výzkumu bylo nalézt takový pracovní orgán, který i v těch nejtěžších podmínkách bude vytvářet vhodnou rýhu pro uložení semene do hloubky 2 až 6 cm s minimální přídavnou zátěží.

Pro měření bylo zkonstruováno měřicí zařízení, které umožnilo měřit tyto hodnoty:

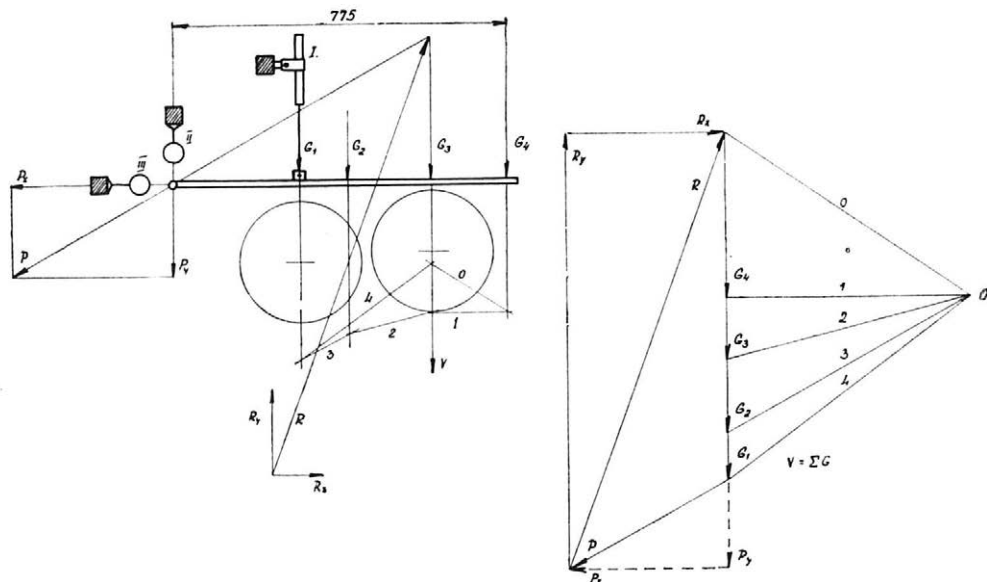
Na obr. 1 je pod označením I schematicky vyznačen snímač pro zjišťování pracovní hloubky, pod II a III umístění tahových dynamometrů pro stanovení sil působících z rámu na celý pracovní orgán.

Síly působící v místech G_1 , G_2 , G_3 vyplývají z hmotnosti přední části pracovního orgánu (krojidla), nosníku a zadní části. Ve vzdálenosti 775 mm od otočného závěsného bodu bylo ukládáno dodatečné zatížení G_4 .

Z obr. 1 vyplývá:

$$\vec{G}_1 + \vec{G}_2 + \vec{G}_3 + \vec{G}_4 = \vec{V}$$

kde: $\vec{V}$ — výsledné zatížení, u něhož v průběhu zkoušek byla složka G_4 měněna



1. Silové poměry tříkotoučové botky (etalonu) — Force ratios in the three-disk furrow opener (etalon)

Změřením sil $\vec{P}_x$ a $\vec{P}_y$ se získá výsledná síla $\vec{P}$

$$\vec{V} + \vec{P} = \vec{R}$$

kde: $\vec{R}$ — výsledná reakce půdy na určitý pracovní orgán

Pracovní orgán byl upevněn na rámu čtyřkolového měřicího podvozku taženého traktorem, od něhož byl brán pohon pro naháněné pracovní orgány. Pro práci na poli (pro eliminaci nerovností povrchu) byl měřicí podvozek opatřen ližinami.

Základní měřené veličiny se registrovaly měřicím magnetofonem VR 33 fy Bell & Howell a paralelně ještě smyčkovým oscilografem 5-138. Všechny snímáče byly pomocí kabelů připojeny k zesilovačům EMS 004 (n. p. Tesla Bratislava). Použité měřicí přístroje byly umístěny v měřicím voze, který při měření pojížděl vedle měřicího podvozku.

Nulové hladiny se zaznamenávaly na začátku a na konci každého měření tak, že pracovní orgány ležely na povrchu pole a oba dynamometry (II, III) byly odlehčeny. Naměřené veličiny jsme vyhodnocovali pomocí linky na zpracování magnetofonových záznamů NOVA. Použili jsme program PZAKL, sestavený ve VÚZS (podle Müllera, 1975).

Ke zpracování většiny vyhodnocených dat jsme použili počítač NOVA 820 (fy Data General). Prostřednictvím programu BPOLDT jsme na počítači určili závislosti měřených veličin na pojezdové rychlosti nebo na velikosti zatížení pracovního orgánu.

Kromě toho se měřila skutečná průměrná pojezdová rychlost a tvrdost povrchu půdy Kačinského tvrdoměrem.

Zkušební pozemky byly vybrány v blízkosti ústavu, kde bylo k dispozici strniště po pšenici, strniště po vojtěšce, uježděné pole po kukuřici a polní cesta. Všechny pozemky měly půdu hlinitou, středně těžkou, která měla na začátku zkoušek absolutní vlhkost 16 až 18 %, ke konci zkoušek 22 až 24 %. Zkoušky probíhaly v období září až říjen 1976.

Tvrdomost půdy u jednotlivých pozemků byla zjištěna Kačinského tvrdoměrem:

- u strniště 10—26 t_k
- u pole po kukuřici 12—32 t_k
- u polní cesty 24—38 t_k

Vlastní zkoušky byly rozděleny na dvě etapy. V první etapě byly všechny vybrané pracovní orgány ověřeny na měřicím podvozku při rychlosti 6 km h⁻¹ tak, že na nosník pracovního orgánu ve vzdálenosti 775 mm od závěsného bodu byla přidávána závaží G_4 o hmotnosti 21,4 kg, 42,8 kg, 64,2 kg a 85,6 kg.

Na základě těchto zkoušek, při nichž byla měřena hloubka vytvořené rýhy a posuzována kvalita práce, byly vyřazeny tyto orgány:

- oba typy rotačních aktivních pracovních orgánů (a, b), neboť ve strništi se po krátké ujeté dráze zahltily rostlinnými zbytky, přičemž ještě v době, kdy nebyly zahlceny, vyžadovaly velký příkon, který se pohyboval od 1,1 do 4,4 kW pro jeden pracovní orgán. Z těchto důvodů bylo od jejich dalšího sledování upuštěno;

- kombinace kotoučového krojidla s bočně umístěnou dlátovou radličkou (c), u kterého sice docházelo k samočištění, ale pro velký odhoz půdy od vytvořené rýhy se v dalších zkouškách nepokračovalo;

- přidáním předsazeného kotoučového krojidla (d) k disku se sice zvýšil nárok na dodatečné zatížení, ale nezlepšila se kvalita práce ve srovnání se samostatným diskem (j);

- dvě kotoučová krojidla uložená buď vedle sebe souose, nebo s rozvorem 50 mm (e, f) se ucpávala, nedokonale přeřezávala rostlinné zbytky, popřípadě jimi vynesenu půdu přehazovala do protisměru a do stran. Navíc toto uspořádání vyžadovalo dvojnásobné zatížení proti samotnému krojidlu, kdy ještě nebyla použita výsevní botka;

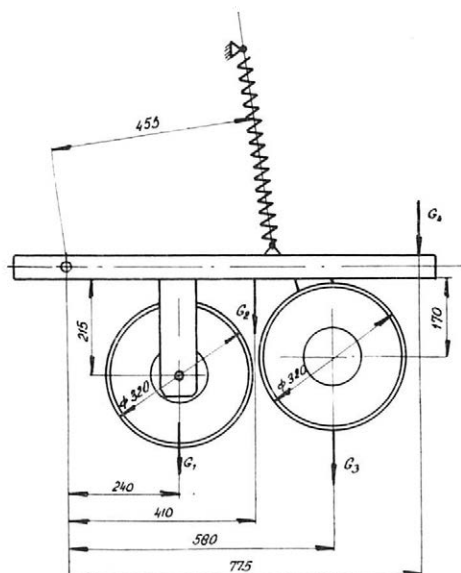
- z dalších zkoušek byly vyřazeny tříkotoučová botka s krojídlem o $\varnothing$ 280 mm (g) a tříkotoučová botka s vlnitým krojídlem o amplitudě $A = 12$ mm (h). Oba typy nepřinesly žádné zlepšení funkce, měly stejné požadavky na dodatečné zatížení a vykazovaly stejnou kvalitu práce jako standardní tříkotoučová botka (etalon, bod r).

Ve druhé etapě zkoušek jsme se zbývajícími vytypovanými pracovními orgány uskutečnili podrobná měření ve stejných zkušebních podmínkách, ale při pracovních rychlostech 4, 6 a 8 km h⁻¹ při třech za sebou následujících měřeních na 60 m trati, na zkušebním podvozku se zkušebním zařízením popsaným v kapitole „Zkušební zařízení“ se současným posuzováním kvality práce.

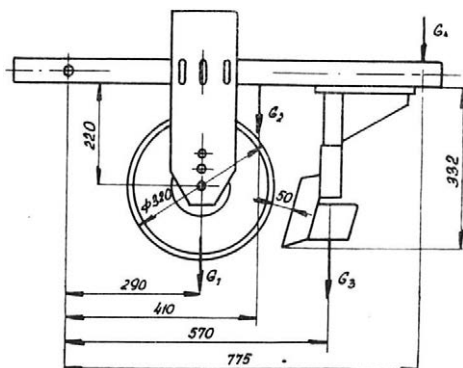
Při těchto zkouškách byl nosník pracovních orgánů zatěžován konstantním dodatečným zatížením G_4 o hmotnosti 42,8 kg, přičemž byla měřena hloubka vytvořené rýhy.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK

V této kapitole uvádíme a hodnotíme výsledky druhé etapy zkoušek vybraných pracovních orgánů.



2. Tříkotoučová botka (etalon) — Three-disk furrow opener (etalon)



3. Kotoučové krojidlo s dlátovou botkou — Disk coultter with chisel furrow opener

Standardní tříkotoučová botka (obr. 2) ze secího stroje 20-SEX-BJ-150, sestavená ze dvou kotoučů o $\varnothing$ 320 mm, svírajících úhel 9° proti směru pohybu, s bodem styku ostří 6 cm od dolní hrany kotoučů, s předsazeným rovným kotoučovým krojidlem o $\varnothing$ 320 mm, byla použita při těchto zkouškách jako etalon, tzn., že veškeré naměřené a zjištěné hodnoty byly při posuzování vybraných pracovních orgánů vztahovány k hodnotám této botky, které — pokud se týká silových parametrů — byly položeny jako rovné 100 %.

Protože nás zajímalo, jaký podíl z dodatečného zatížení vyžaduje pro práci přední a zadní část etalonu, byly obě části změřeny samostatně. Zjistili jsme, že dodatečné zatížení se rozkládá takto:

α) krojidlo 25—30 %,

β) dvukotoučová botka 70—75 %.

Zatížením pracovních orgánů se rozumí hmotnost celého stroje i závaží, včetně hmotnosti pracovní jednotky.

Tříkotoučová botka sestavená ze dvou kotoučů o průměru a úhlu nastavení jako u etalonu a z předsazených krojidel s rovným ostřím o $\varnothing$ 240 mm (m), o průměru 350 mm (n), a z vlnitých krojidel s vlnami o amplitudě 22 mm a 40 mm (o, p).

Ze zkoušek těchto čtyř kombinací vyplynulo, že při jednom a tomtéž výsledném zatížení se netvořily hlubší rýhy než u etalonu za stejných podmínek (obr. 4).

Je zajímavé, že v uvedených půdních podmínkách se průběh závislosti hloubky rýhy na výsledném zatížení V řídí v dané zkoušené oblasti podle rovnice přímky, která má tvar

$$y = kx + q$$

kde: koeficient k se pro dané podmínky rovná 0,226

hodnota q přiřazená jednotlivým alternativám rotačních pracovních orgánů se pohybuje v rozmezí 1,4 až 3,8

Samostatný disk o $\varnothing$ 320 mm s poloměrem zakřivení $R = 440$ mm byl zkoušen natočený o 4° ke směru jízdy a s odklonem o 8° od svislé roviny. U tohoto typu vycházela největší úspora dodatečného zatížení, a to o více než 75 % proti etalonu.

Také u tohoto pracovního orgánu se projevila tendence téměř stejného koeficientu k , ale podstatně většího q . Z toho lze dedukovat, že pro uvedené podmínky (tvrdost půdy od 14 do 20 t_k) mají zkoušené rotační pracovní orgány téměř stále stejný přírůstek hloubky se vzrůstajícím stejným zatížením.

Samostatný disk jsme dále nesledovali, neboť kvalita jeho práce v utužené půdě je naprosto nevhodná pro setí. Pracovní orgán zanechával po sobě širokou a mělkou odkrytou drážku a při větší rychlosti odhazoval půdu až do vzdálenosti 30 cm.

Dvojkrojídlo o $\varnothing$ 320 mm s rozvorem 100 mm se ve vlhčí půdě zalepovalo, vyhazovalo velké množství půdy z rýhy a netvořilo potřebnou konečnou rýhu pro uložení semene.

Kombinace kotoučového krojídla s dlátovou botkou (obr. 3), jejichž břity vytvářejí jednu stopu, přičemž botka je umístěna za krojídlem ve vzdálenosti 2,0 až 5,0 cm a 1,5 až 2,0 cm nad dolní hranou krojídla, splnila nejlépe základní ukazatele. Snížila se potřeba zatížení o 27 až 30 %.

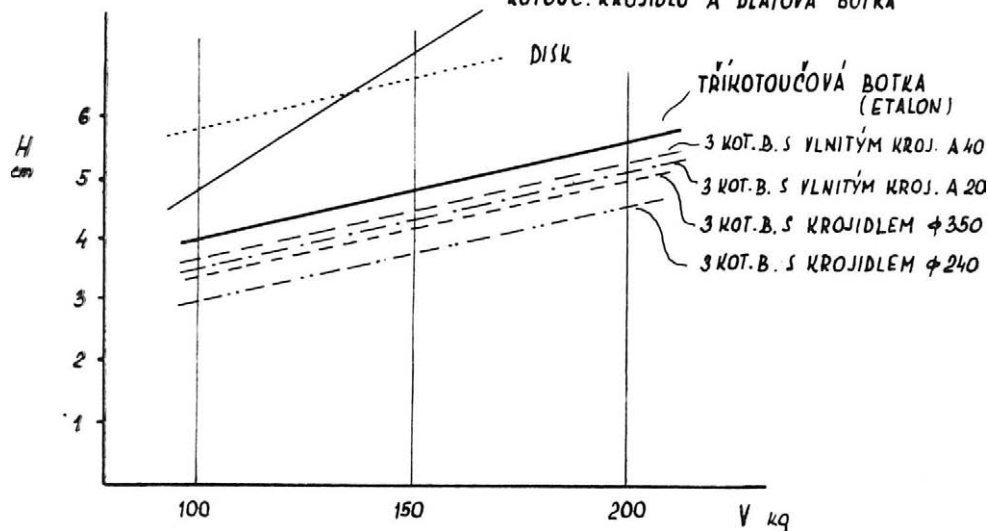
Tato kombinace přinesla výraznou změnu průběhu závislosti hloubky rýhy na zatížení (obr. 4).

Rovnice přímkové závislosti v této oblasti má také tvar $y = kx + q$, ale koeficient k se zvýšil již na 0,633, zatímco koeficient q klesl na hodnotu 0,26. Odchylka obou koeficientů v těchto podmínkách je proti předešlým hodnotám způsobena pravděpodobně proto, že k jednomu rotačnímu orgánu byl přiřazen pevný orgán, jehož tvar napomáhá zahlubování, tj. zmenšuje svislou reakci půdy R_y (obr. 1).

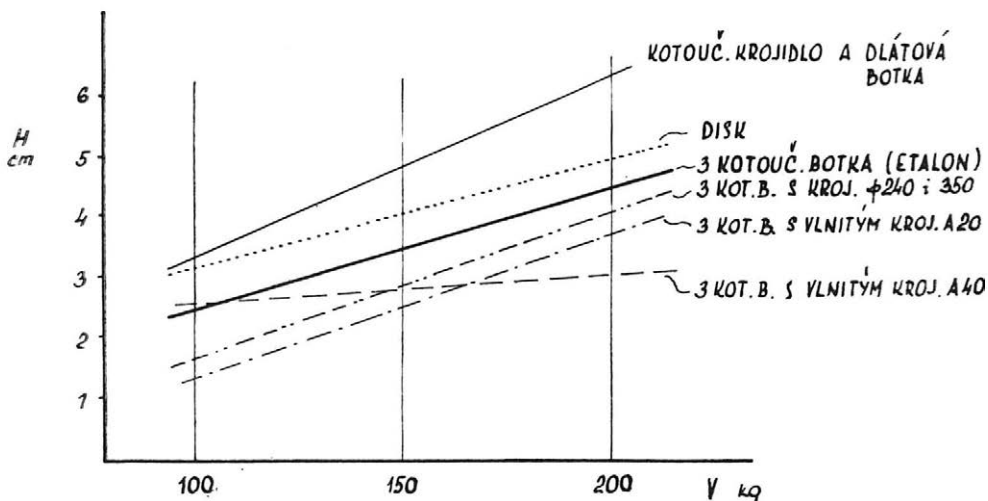
V těžších pracovních podmínkách, kde se tvrdost půdy pohybovala mezi 22 až 27 t_k (obr. 5), je opět průběh závislosti hloubky rýhy na předávném zařízení v dané zkoušené oblasti přímkový. Pracovní orgány — samostatný disk, tříkotoučová botka (etalon), tříkotoučová botka s krojídlem o $\varnothing$ 240 mm, 350 mm a s vlnitým krojídlem o amplitudě $A = 20$ mm, mají v rovnici $y = kx + q$ přibližně stejné k , ale různé q (obdobně jako v lehčích podmínkách).

Z původní skupiny rotačních pracovních orgánů se vymyká svým průběhem pouze tříkotoučová botka s vlnitým krojídlem o amplitudě

KOTOUČ. KROJIDLO A DLÁTOVÁ BOTKA



4. Zahloubení pracovních orgánů při tvrdosti půdy od 14 do 20 t_k — Countersink of the working organs with soil hardness from 14 to 20 t_k



5. Zahloubení pracovních orgánů při tvrdosti půdy od 22 do 27 t_k — Countersink of the working organs with soil hardness from 22 to 27 t_k

$A = 40$ mm. Tento úkaz je způsoben pravděpodobně tím, že v tvrdší půdě tvar tohoto vlnitého krojidla mnohem obtížněji vniká do půdy.

Kotoučové krojidlo s dlátovou botkou má v tvrdších podmínkách opět tendenci k vyššímu koeficientu k a nižšímu koeficientu q .

Ostatní pracovní orgány bylo možné vůči etalonu posoudit ihned, neboť tento etalon byl při každém měření umístěn na měřicím podvozku a byl současně měřen.

Při měření se dále zjistilo, že ani hloubka vytvořené rýhy, ani velikost složek reakce v závěru P_x a P_y pracovního orgánu nezávisí (v rozmezí zkoušených rychlostí 4–8 $km\ h^{-1}$) na rychlosti.

Na základě výsledků a poznatků z polně laboratorních zkoušek vybraných typů pracovních orgánů nejlépe vyhověla jak po stránce funkční, tak i z hlediska dodatečného zatížení kombinace rovného kotoučového krojidla s dlátovou botkou (obr. 3).

Vzhledem k tomu, že jsme měřili pouze v podmínkách popsaných v kapitole „Polně laboratorní zkoušky“, kdy zkoušený pracovní orgán nebyl ve své funkci ovlivňován sousedním pracovním orgánem, bylo doporučeno tuto kombinaci ověřit ve více provedeních v různých pracovních podmínkách.

Zjištěné průběhy závislosti hloubky rýhy na dodatečném zatížení lze aplikovat pouze pro popsané zkušební podmínky, lze však předpokládat, že tendence jejich průběhů i v ostatních pracovních podmínkách se nebudou podstatně lišit.

Literatura

FRIEDMANN, M. aj.: Teorie a výpočet zemědělských strojů. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1973.

MÜLLER, P.: Základní programy pro vyhodnocování magnetofonových záznamů na lince NOVA. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzk. ústav zem. strojů 1975.

— : Grundlagen der Landtechnik, 1973, č. 1, 2, 3.

Došlo dne 8. 6. 1977

ЧАЙЧИК, К. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага - Ходов): Изучение рабочих органов для сева в необработанную почву. Земед. Techn., 24, 1978 (1) : 57-64.

Целью исследования было проверить другие типы рабочих органов, которые бы позволили при таком же, или лучше действии снизить дополнительную нагрузку, необходимую у изготавливаемых сеялок для сева в необработанную почву, снабженных трехдисковыми сошниками. Из избранных и испытываемых типов рабочих органов лучше всего удовлетворяла комбинация ровного дискового ножа с долотообразным сошником, который был предложен в разных вариантах для расширенных испытаний в разных рабочих условиях в 1977 году.

рабочие органы активные и пассивные; разложение сил; исключение неподходящих типов; нож с долотообразным сошником; результаты испытаний

ČAJČÍK, K. (Research Institute of Agricultural Machinery, Praha - Chodov): *Investigation into the Working Organs used for Drilling to Non-Cultivated Soil*. Zeméd. Techn., 24, 1978 (1) : 57-64.

The aim of the investigation was to verify other types of working organs that would enable, with the same or better function, to reduce, in the produced drilling machines equipped with three-disk furrow openers, additional charge necessary for drilling to non-cultivated soil. As for the selected and tested types of working organs, a plain disk coulter combined with a chisel furrow opener designed in several versions in 1977 for a more complete testing and under different working conditions fitted best.

active and passive working organs; distribution of forces; elimination of insuitable types; coulter and chisel furrow opener; testing results

Adresa autora:

Ing. Karel Čajčík, Výzkumný ústav zemědělských strojů, 149 43 Praha 4 - Chodov

Rukopis odevzdán k tisku 21. 11. 1977 — Podepsáno k tisku 6. 2. 1978

Jech J.: Teoretický rozbor procesu výmlatu řetelínovín	1
Groda B., Mengler J., Voznica K.: Zkoušky kompresorového chladičného zařízení s akumulací chladu	11
Andert A., Fric V., Makovec K.: Úpravy komorových sušáren, zvyšující jejich výkonnost a jakost sušeného chmele	27
Staněk J.: Posouzení pracovní zátěže obsluhy samojízdných strojů pro sklizeň cukrovky	45
Čajčík K.: Výzkum pracovních orgánů pro setí do nezpracované půdy	57

СОДЕРЖАНИЕ

Ех Й.: Теоретический анализ процесса обмолота бобовых	10
Грода Б., Менглер Й., Возница К.: Испытание компрессорной холодильной установки с аккумуляцией холода	25
Андерт А., Фриц В., Маковец К.: Усовершенствование камерных сушилок, повышающее их производительность и качество сушеного хмеля	43
Станек Й.: Оценка рабочей нагрузки обслуживающего персонала самоходных машин	55
Чайчик К.: Изучение рабочих органов для сева в необработанную почву	64

CONTENTS

Jech J.: A Theoretical Analysis of the Process of Clover Thrashing	10
Groda B., Mengler J., Voznica K.: Tests of a Compressor Cooling System with the Accumulation of Cold	25
Andert A., Fric V., Makovec K.: Adaptations of Chamber Driers which Increase their Throughput and the Quality of Dried Hops	43
Staněk J.: Working Stress in Man when Operating Self-Propelled Machines	55
Čajčík K.: Investigation into the Working Organs used for Drilling to Non-Cultivated Soil	64

INHALT

Jech J.: Theoretische Analyse des Druschprozesses bei Kleearten	10
Groda B., Mengler J., Voznica K.: Prüfungen der Kompressorkühlanlage mit Kältespeicherung	25
Andert A., Fric V., Makovec K.: Veränderungen an Kammertrockenanlagen, durch die deren Durchgangsleistung und Trockenhopfenqualität angehoben werden	44
Staněk J.: Beurteilung der Arbeitsbelastung der Bedienung von Selbstfahrmaschinen	56
Čajčík K.: Untersuchung über Arbeitsorgane für die Saat in den nicht bearbeiteten Boden	64

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