

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

9

ROČNÍK 33 (LX)
PRAHA
ZÁŘÍ 1987
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

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

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

OBSAH

Ondráček J., Rauscher J.: Zpřesňující výpočetní postupy při optimalizaci práce naftového motoru	513
Štefánik F., Haš S., Macháčková M.: Analýza energetických parametrů slunečních kolektorů pro ohrev vzduchu	525
Groda B., Seknička M.: Kvalitativní vlastnosti dlouhodobě skladovaného ovoce	539
Ďuriš M., Ostrožlík M.: Analýza charakteristik náhodných veličin při komplexnom průřezovom zbere obilnín	561
Aktuality	
Adam M.: Zvyšování kvality potravin	573

СОДЕРЖАНИЕ

Ондрачек Я., Раушер Я.: Уточняющие методы вычисления при оптимизации работы нефтяного двигателя	523
Штефаник М., Гаш С., Махачкова М.: Анализ энергетических параметров солнечных коллекторов используемых для обогрева воздуха	536
Грода Б., Секничка М.: Качественные свойства длительно хранимых плодов	558
Дюриш М., Острожлик М.: Анализ характеристик случайных величин при комплексной поточной уборке зерновых	572

CONTENTS

Ondráček J., Rauscher J.: Computing Procedures Designed to Improve the Accuracy of the Optimization of the Work of the Diesel Engine	523
Štefánik F., Haš S., Macháčková M.: An Analysis of the Energy Parameters of Solar Collectors for Air Heating	537
Groda B., Seknička M.: The Quality Characteristics of Long-Stored Fruits	559
Ďuriš M., Ostrožlík M.: Analysis of the Characteristics of Random Quantities within the Complex Continuous System of Grain Harvesting	572

ZPŘESŇUJÍCÍ VÝPOČETNÍ POSTUPY PŘI OPTIMALIZACI PRÁCE NAFTOVÉHO MOTORU

J. Ondráček, J. Rauscher

ONDŘÁČEK, J. — RAUSCHER, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno; Zbrojovka, k. p., Brno): *Zpřesňující výpočetní postupy při optimalizaci práce naftového motoru*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9): 513–524.

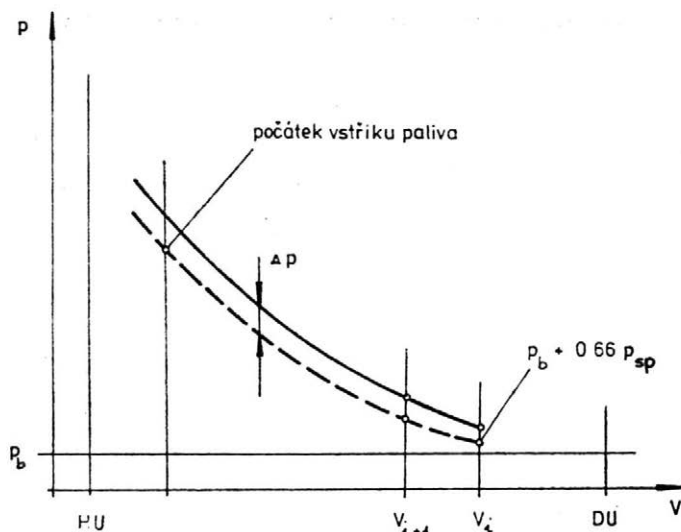
Pro všestranné posouzení vlastností naftových motorů, používaných jako energetický zdroj v mobilních energetických prostředcích, je nutné mimo efektivní parametry posuzovat i parametry indikované, popř. charakteristiky uvolňování tepla. Ty je možné získat z naměřených indikátorových diagramů, které jsou často vlivem rozdílné dokonalosti snímacího zařízení zatíženy některými chybami. Pro zpřesnění výsledků je proto vhodné provést před vlastním zpracováním indikátorových diagramů korekce naměřených hodnot. Proto jsme se v článku zabývali korekcí tlakové úrovně a polohy horní úvratí pístu s cílem zpřesnit výsledky. Mimo výpočetní postup je uveden i program v jazyku BASIC pro výpočet korekcí a základních parametrů oběhu na mikropočítači.

indikátorový diagram; zpřesnění výsledků výpočtu

Hlavními články, které zásadní měrou ovlivňují výkonnost a další provozně ekonomické parametry většiny mobilních energetických prostředků, jsou vlastní poháněcí agregáty, především naftové spalovací motory. Současné požadavky na zlepšování všech parametrů motorů, a hlavně ekonomických, vyžadují posuzovat vlastnosti motorů nejen podle efektivních parametrů, ale i podle parametrů indikovaných a vzhledem k vlastnímu spalovacímu procesu.

Proces tvorby směsi, příprava k hoření a vlastní hoření jsou stěžejním problémem zlepšování procesu transformace energie v naftovém motoru. Z důvodů optimalizace tohoto procesu pro zajištění nejen maximálního využití tepla, ale i dalších požadovaných parametrů motoru (jako hlučnost, exhalace, životnost atd.) je nutné hodnotit a analyzovat mimo efektivní parametry i průběh spalovacích tlaků, indikované parametry a charakter uvolňování tepla během jednoho cyklu (Djačenko, 1974; Ondráček, 1984). Znamená to tedy stanovit průběh uvolňování tepla podle experimentálně zjištěných parametrů cestou sejmutí indikátorového diagramu rozvinutého tvaru. K tomu je nutné přistupovat z toho důvodu, že dosud nemáme k dispozici spolehlivou a přesnou fyzikálně chemickou metodu přímého výpočtu těchto charakteristik.

Vzhledem k nutnému zpřesnění výsledků a vzhledem k výsledkům, ke kterým dospěli Vogt (1979), Ullrych (1983) a Ondráček (1984), bylo nutné zpracovat výpočetní postup pro korekci polohy horní úvratě pístu a tlakové úrovně na naměřeném indikátorovém diagramu. Tyto výpočetní postupy se v celkovém zpracování indikátorového diagramu dělají před vlastním výpočtem indikovaných parametrů a před výpočtem parametrů uvolňování tepla.



1. Změna tlaku ve válci motoru v průběhu kompresního zdvihu — Pressure change in engine cylinder in the course of compression stroke

METODA

Pro snímání indikátorových diagramů se na našem pracovišti používá elektropneumatický indikátor spalovacích tlaků MAI-2A sovětské výroby. Proto metoda a způsob korekce jsou zpracovány tak, aby se vyloučily chyby, ke kterým dochází při použití tohoto zařízení.

STANOVENÍ KOREKCE TLAKOVÉ ÚROVNĚ NAMĚŘENÉHO INDIKÁTOROVÉHO DIAGRAMU

Vzhledem k tomu, že tlaková úroveň záznamu indikátorového diagramu pomocí indikátoru MAI-2A je zatížena značnou systematickou chybou, je nutné pro další zpracování výsledků indikace tuto chybu vyloučit.

Systematickou chybu záznamu tlaku ve spalovacím prostoru válce motoru pomocí indikátoru MAI-2A je možné určit při zvyšování tlaku podle výrazu:

$$p = \frac{F}{S} + \frac{F_t}{S} + p_b + p_1 + p_2 - p_3 + p_{sp}$$

- kde: p — tlak ve válci motoru
 F — síla stlačující měřicí pružinu
 S — plocha průřezu měřicího plunžru
 F_t — třecí síla mezi měřicím plunžrem a válcem
 p_b — atmosférický tlak
 p_1 — ztráty tlaku vyvolané pohybem oleje plunžru
 p_2 — ztráty tlaku v pneumatickém systému měřicího plunžru
 p_3 — ztráty tlaku v pneumatickém systému snímače tlaku
 p_{sp} — rozdíl mezi tlakem ve válci a protitlakem ve snímači (spínací tlak)

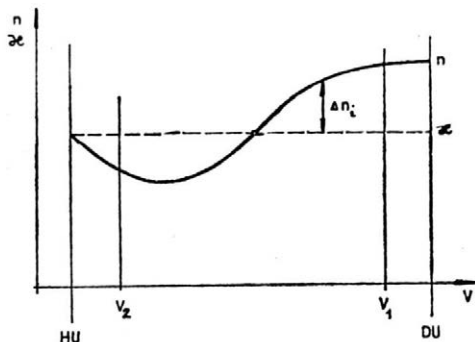
Z uvedeného vyjádření je zřejmé, které vlivy způsobují chybu záznamu tlaku. Je však třeba zdůraznit, že veličiny p_1 , p_2 , p_3 závisí na rychlosti změny tlaku v pneumatickém systému indikátoru. Je-li při indikování rychlost změny taková, aby rychlost zdvihu plunžru byla menší než $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, jsou tyto vlivy tak malé, že je možné je zanedbat.

Největší vliv na výsledný údaj tlaku ve válci motoru má hodnota tlakové difference na membráně kontaktního spínače, tzn. spínací tlak p_{sp} .

Absolutní hodnotu tlaku ve válci motoru pro zadaný okamžik úhlu pootočení klikového hřídele motoru α lze popsat:

$$p = p_1 + p_b + 0,66 p_{sp} + \Delta p \quad [\text{Pa}] \quad (1)$$

2. Změna součinitele kompresní polytropie n ve vztahu ke střední hodnotě součinitele kompresní polytropie $\bar{n}$ — Change in the coefficient of the compression polytropic curve n in relation to the mean value of the compression polytropic curve coefficient $\bar{n}$



kde: p_1 — tlak odečtený z indikátorového diagramu [Pa]

p_b — barometrický tlak [Pa]

p_{sp} — spínací tlak snímače tlaku [Pa]

(podle doporučení výrobce je vhodné brát v úvahu při indikaci 0,66 statické hodnoty spínacího tlaku nastavovaného v kontrolním přípravku)

Δp — korekce tlakové úrovně [Pa]

Velikost korekce tlakové úrovně Δp je možné stanovit na základě dále uvedeného rozboru.

Na obr. 1 je čárkováně vynesena průběh tlaku ve válci motoru v průběhu komprese, stanovený indikací, zvětšený o barometrický tlak a o 0,66 hodnoty spínacího tlaku. Plnou čarou je vynesena průběh tlaku s vyloučením všech dalších systematických chyb, které v zásadě ovlivňují pouze tlakovou úroveň, nikoliv však průběh změny tlaku. Je tedy mezi oběma křivkami pouze konstantní difference tlaku Δp .

Pro malý interval změny objemu spalovacího prostoru v průběhu kompresního zdvihu můžeme považovat součinitel polytropické změny n_i za konstantní a můžeme polytropickou změnu stavu mezi bodem i a $i + 1$ pro plnou čáru (obr. 1) popsat rovnici:

$$(p_i + \Delta p) \cdot V_i^{n_i} = (p_{i+1} + \Delta p) \cdot V_{i+1}^{n_i} \quad (2)$$

po úpravě:

$$n_i = \frac{\log \left(\frac{p_i + \Delta p}{p_{i+1} + \Delta p} \right)}{\log \left(\frac{V_{i+1}}{V_i} \right)} \quad (3)$$

Na obr. 2 je vynesena změna okamžité hodnoty součinitele kompresní polytropie n (plná čára) a střední hodnota součinitele kompresní polytropie $\bar{n}$ (čárková čára), jehož hodnota se pohybuje v poměrně úzkém rozmezí. Pro naftové motory $\bar{n} = 1,35 - 1,4$.

Posuzovanou hodnotu součinitele kompresní polytropie pro malý interval můžeme vyjádřit vztahem

$$n_i = \bar{n} + \Delta n_i \quad (4)$$

Z obr. 2 je zřejmé, že i v intervalu indikátorového diagramu námi řešeném, tj. od okamžiku vzrůstu tlaku na úroveň tlaku okolního prostředí (V_1 , obr. 2) do okamžiku vstřiku paliva (V_2 obr. 2), platí:

$$\sum_{i=1}^k \Delta n_i (V_i - V_{i+1}) = 0 \quad (5)$$

kde: k — počet řešených intervalů

Z uvedeného vyplývá, že

$$\sum_{i=1}^k \Delta n_i = 0 \quad (6)$$

Substitucí rovnic (4), (6) a jejich úpravou dostaneme

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n_i = \bar{n} \quad (7)$$

po dosazení z rovnice (3)

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{\log \left(\frac{p_i + \Delta p_i}{p_{i+1} + \Delta p_i} \right)}{\log \left(\frac{V_{i+1}}{V_i} \right)} = \kappa \quad (8)$$

kde: Δp_i — odchylka tlakové úrovně řešeného intervalu pro $\kappa = \text{konst.}$

Celkovou odchylku tlakové úrovně polohy kompresní křivky, a tedy i celého indikátorového diagramu Δp , dostaneme úpravou rovnice (8)

$$\Delta p = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \Delta p_i \quad (9)$$

kde:

$$\Delta p_i = \frac{p_{i+1} V_{i+1}^{\kappa} - p_i V_i^{\kappa}}{V_i^{\kappa} - V_{i+1}^{\kappa}} \quad (10)$$

STANOVENÍ KOREKCE POLOHY HORNÍ ÚVRATI PÍSTU NA INDIKÁTOROVÉM DIAGRAMU

Výsledky experimentálních prací a výpočtů při vyhodnocování indikátorových diagramů dokazují, že při chybě stanovení polohy horní úvrati na indikátorovém diagramu 1° činí chyba stanovení středního indikovaného tlaku 5 až 8 % (Vogt, 1979; Ullrych, 1983).

Výrobce indikátoru MAI zaručuje přesnost úhlové polohy diagramu v rozsahu $1,5^\circ$. Vzhledem k tomu, že k záznamu indikátorového diagramu je použit kontaktní spínač, se ukazuje, že v případě vzrůstu přechodového odporu mezi kontakty dochází k dalšímu úhlovému posunu indikátorového diagramu. Také přesnost odečtu polohy horní úvrati ze záznamu, kde vlivem rozptylu zaznamenaných bodů dosahuje šířka čáry přibližně 0,8 mm, je problematická, uvažíme-li, že 1° pootočení klikového hřídele motoru odpovídá na záznamu délka 1 mm.

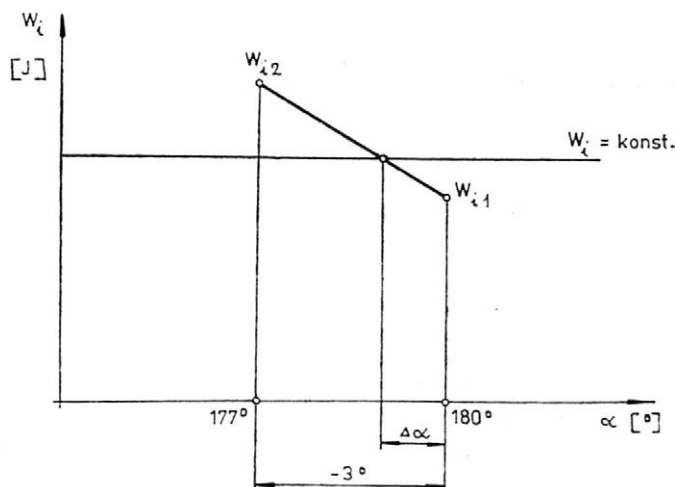
Z uvedených důvodů bylo nutné přistoupit ke korekci polohy horní úvrati ve vztahu k zadanému průběhu indikátorového diagramu. Jako kritérium správné polohy byla zvolena velikost mechanické účinnosti, která byla pro měřený režim stanovena metodou vypínání válců.

Chyba středního indikovaného tlaku oběhu p_i vyplývá z chyby stanovení užitečné indikované práce oběhu W_i . Vzájemný vztah obou veličin je dán rovnicí:

$$p_i = \frac{W_i}{V_z} \quad [\text{Pa}] \quad (11)$$

kde: V_z — zdvihový objem válce motoru $[\text{m}^3]$

Střední indikovaný tlak oběhu p_i odpovídající mechanické účinnosti, změřený pro daný indikovaný režim práce motoru, je popsán pro čtyřdobý čtyřválcový motor rovnicí:



3. Stanovení korekce polohy horní úvrati — Determination of the correction of the position of the upper dead centre

$$p_i = \frac{M_k \cdot \pi}{\eta_m \cdot V_z} \quad (12)$$

kde: M_k — odpovídající hodnota krouticího momentu motoru [Nm]

Aby tedy byla zajištěna správná poloha indikátorového diagramu vůči horní úvratí, musí být splněna rovnice:

$$W_i = \frac{M_k \cdot \pi}{\eta_m} \quad [J] \quad (13)$$

Výsledky výpočtu (Ullrych, 1983) prokázaly, že při změně polohy horní úvratí v rozsahu $\pm 4^\circ$ je změna užitečné práce oběhu W_i téměř lineární.

Je tedy možné použít pro stanovení korekce polohy horní úvratí $\Delta\alpha$ tohoto postupu. Pro původní zadanou polohu indikovaného průběhu tlaku vypočteme hodnotu užitečné indikované práce W_{i1} . Potom posuneme horní úvrat o -3° a vypočteme hodnotu W_{i2} (obr. 3).

Řešením polohy průsečíku úsečky $W_{i1} - W_{i2}$ a přímky $W_i = \text{konst.}$, stanovené z rovnice (13), vypočteme potřebnou hodnotu $\Delta\alpha$:

$$\Delta\alpha = \frac{W_i - W_{i1}}{W_{i2} - W_{i1}} \cdot (-3) \quad [^\circ] \quad (14)$$

Výsledky výpočtů pro indikátorové diagramy, změřené ve zkušebně motorů, ukazují, že velikost korekce $\Delta\alpha$ se pohybuje kolem 2° .

VLASTNÍ PRÁCE

Pro výpočet korekce polohy horní úvratě a tlakové úrovně na naměřeném indikátorovém diagramu byl zpracován výpočetní program v jazyce BASIC, který je součástí souboru programů pro celkové vyhodnocení práce motoru. Tento soubor se skládá ze čtyř samostatných programů, které postupně využívají výsledků předchozích výpočtů. První program slouží ke korekcím již uváděným a k výpočtu celkové, kompresní a užitečné práce oběhu. Druhý program slouží ke stanovení indikátorových a efektivních parametrů oběhu a celého motoru. Třetí program řeší problematiku orientačního stanovení základních parametrů spalování a celkové doby spalování. Výpočet parametrů tepelného toku a přestupu tepla, jakož i podrobný výpočet průběhu spalování, je zpracován ve čtvrtém programu. Vzhledem k omezenému rozsahu a tématu tohoto článku bude uveden pouze první program pro výpočet korekcí.

VÝPOČTOVÝ PROGRAM PRO STANOVENÍ KOREKCE POLOHY INDIKOVANÉHO PRŮBĚHU TLAKU V SOUŘADNÉM SYSTÉMU p, α A PRO STANOVENÍ CELKOVÉ, KOMPRESNÍ A UŽITEČNÉ PRÁCE OBĚHU

Algoritmus výpočtu použitý v tomto programu vychází ze vztahů (1) až (13) a dalších, které budou uvedeny.

Absolutní tlak ve válci motoru v každém řešeném bodě indikátorového diagramu:

$$p_i = p_{i1} + p_b + 0,66 p_{sp} + \Delta p \quad [\text{MPa}] \quad (15)$$

kde: $p_{i1} = m_{p1} \cdot h_{pi} \quad [\text{MPa}]$

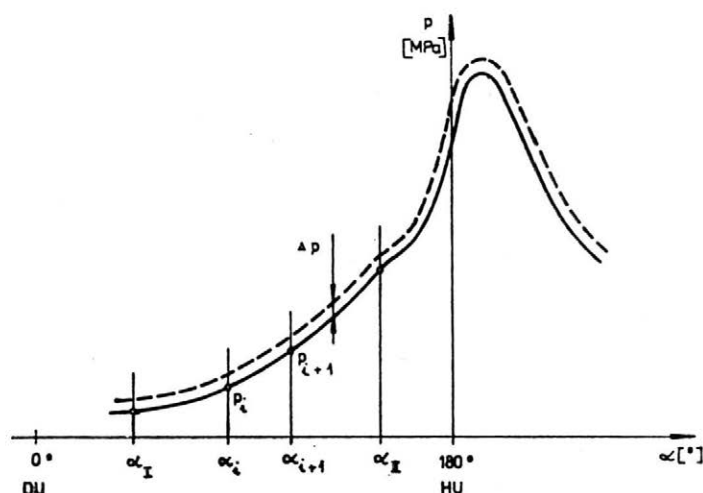
h_{pi} — vzdálenost bodu indikátorového diagramu od nulové tlakové úrovně (odpovídá p_b) [m]

m_{p1} — měřítko tlaku [$\text{MPa} \cdot \text{mm}^{-1}$]

p_b — barometrický tlak [MPa]

p_{sp} — spínací tlak spínače [MPa]

Δp — hledaná korekce tlakové úrovně [MPa]



4. Indikovaná křivka průběhu tlaku — Indicated curve of the course of pressure

Korekce tlakové úrovně:

$$\Delta p = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \Delta p_i \quad [\text{MPa}] \quad (16)$$

$$\Delta p_i = \frac{p_{i+1} V_{i+1}^\kappa - p_i V_i^\kappa}{V_i^\kappa - V_{i+1}^\kappa} \quad [\text{MPa}] \quad (17)$$

kde: κ — součinitel změny při kompresi (1,35–1,4)
 k — počet řešených intervalů

Na obr. 4 je vyneseno základní průběh tlaku odpovídající rovnici (15) bez korekce tlakové úrovně plnou čarou, po korekci čárkovanou čarou. Úhel α_I odpovídá úhlu pootočení klikového hřídele motoru do dolní úvratí v okamžiku, kdy indikovaný tlak ve válci motoru je roven 0, a úhel α_{II} odpovídá okamžiku počátku vstřiku paliva.

Okamžitou hodnotu velikosti objemu spalovacího prostoru vypočteme ze vztahu:

$$V_i = V_k + \frac{V_z}{2} \left[1 + \cos \alpha_i + \frac{1}{\lambda_r} (1 - \sqrt{1 - \lambda_r^2 (1 - \cos^2 \alpha_i)}) \right] \quad [\text{m}^3] \quad (18)$$

kde: V_k — objem kompresního prostoru $[\text{m}^3]$
 V_z — zdvihový objem válce motoru $[\text{m}^3]$

$$\lambda_r = \frac{r}{l}$$

kde: r — poloměr kliky klikového hřídele $[\text{m}]$
 l — délka ojnice $[\text{m}]$

Celkovou indikovanou práci oběhu i její jednotlivé složky, tj. indikovanou kompresní a užitečnou práci, vypočteme sumací plochy indikátorového diagramu pomocí licho-
běžníkové metody.

Užitečná indikovaná práce:

$$W_i = \sum_{i=1}^{n-1} (V_{i+1} - V_i) \cdot \left(\frac{p_{i+1} + p_i}{2} \right) \quad [\text{J}] \quad (19)$$

kde: n — počet zadávaných bodů indikátorového diagramu

VSTUPNÍ DATA A PROMĚNNÉ V PROGRAMU PRO KOREKCI TLAKOVÉ ÚROVNĚ

- A — m_{p1} — měřítko tlaku [MPa·mm⁻¹]
- B — p_b — barometrický tlak [MPa]
- C — p_{sp} — spínací tlak spínače [MPa]
- D — z — součinitel změny při kompresi [—]
- E — α_{II} — úhel ukončení čisté komprese [°]
- F — V_k — objem kompresního prostoru [10⁻⁶ m³]
- G — V_z — zdvihový objem válce motoru [10⁻⁶ m³]
- H — λ_r — poměr poloměru kliky k délce ojnice [—]
- A (27) ÷ (66) — h_{pi} — body indikátorového diagramu, zadané vzdáleností od nulové úrovně [mm]
- A (67) ÷ (106) — α_i — úhly odpovídající pootočení klikového hřídele [°]

Označení proměnných použitých při výpočtu

- I — adresní proměnná (index souboru dat A (27) ÷ A (106))
- K — pomocná proměnná
- M — Δp_i
- N — Δp — korekce tlakové úrovně

VSTUPNÍ DATA A PROMĚNNÉ V PROGRAMU PRO KOREKCI POLOHY HORNÍ ÚVRATĚ

Vstupní data

- B — M_k — krouticí moment motoru [Nm]
- D — η_m — mechanická účinnost motoru [—]

Označení proměnných použitých při výpočtu

- L — α_i — úhel pootočení klikového hřídele [°]
- N — W_i — indikovaná užitečná práce odpovídající zadaným hodnotám M_k a η_m [J]
- O — indikovaná užitečná práce odpovídající zadanému průběhu indikátorového diagramu [J]
- P — indikovaná užitečná práce odpovídající posunutí polohy horní úvrati o -3° [J]
- Y — pomocná proměnná určující pole prvků α [—]
- Z — objem pracovního prostoru válce motoru pro korigovanou hodnotu α_i [10⁻⁶ m³]
- A(Y) — úhel pootočení klikového hřídele α_i korigovaný vzhledem ke správné poloze HÚ [°]
- A(I) — odpovídající hodnota tlaku ve spalovacím prostoru [MPa]
- W — indikované kompresní práce [J]
- K — indikovaná užitečná práce oběhu [J]

OPIS PROGRAMU V JAZYKU BASIC

```
10 : INPUT "A=" ; A, "B=" ; B, "C=" ; C, "D=" ; D, "E=" ; E, "F=" ; F, "G=" ; G,
    "H=" ; H
20 : K = 0
```

1. Parametry indikátorového diagramu									
α	[°]	70	80	90	100	110	120	130	135
h_{pi}	[mm]	0,0	0,5	1,2	2,1	3,2	5,0	8,0	10,0
α	[°]	182	184	186	188	190	195	200	205
h_{pi}	[mm]	101,5	111,0	117,0	119,5	119,5	110,0	95,5	81,2
α	[°]	270	280	290	300	330	360		
h_{pi}	[mm]	11,3	9,7	8,2	7,2	5,5	4,2		
2. Parametry indikátorového diagramu									
α	[°]	68,8	78,8	88,8	98,8	108,8	118,8	128,8	133,8
p	[MPa]	0,126	0,155	0,194	0,245	0,308	0,410	0,680	0,694
V	[m ³ · 10 ⁻⁶]	717,15	647,25	671,50	491,98	411,25	332,19	257,92	223,55
α	[°]	180,8	182,8	184,8	186,8	188,8	193,8	198,8	203,8
p	[MPa]	5,885	6,424	6,764	6,906	6,906	6,367	5,516	4,733
V	[m ³ · 10 ⁻⁶]	56,24	56,88	58,20	60,21	62,89	72,51	86,22	103,84
α	[°]	268,8	278,8	288,8	298,8	328,8	358,8		
p	[MPa]	0,767	0,676	0,591	0,535	0,438	0,364		
V	[m ³ · 10 ⁻⁶]	553,81	630,61	701,99	766,21	905,38	954,95		

```

30 : FOR I = 27 TO 66
40 : INPUT "ALFA = "; L
50 : K = K + 1 : IF L = E LET E = K - 1
60 : A(I + 40) = L
70 : INPUT "TLAK = "; A(I) : A(I) = A(I) * A + B + 0,66 * C
80 : NEXT I
90 : A = E + 27

100 : M = 0
110 : FOR I = 27 TO A
120 : L = A(I + 40) : GOSUB 500 : X = Z
130 : L = A(I + 41) : GOSUB 500
140 : M = M + (A(I + 1) * (Z ^ D) - A(I) * (X ^ D)) / ((X ^ D) - (Z ^ D))
150 : NEXT I
160 : N = M / E
170 : FOR I = 27 TO 66
180 : A(I) = A(I) + N
190 : NEXT I

200 : BEEP 3 : PRINT "DELTA P = "; N
210 : INPUT "KOREKCE?"; K
220 : IF K = 1 GOTO 100
230 : INPUT "MK = "; B, "ETM = "; D
240 : N = B * pi / D : GOSUB 600
250 : O = K : Q = -3 : GOSUB 700
260 : GOSUB 600

```

of the parameters of indicator diagram (shown in Fig. 5)

odečtené z naměřeného diagramu

140	145	150	155	160	165	170	175	180
13,0	17,0	22,5	30,0	38,7	49,3	59,7	66,3	77,0
210	215	220	225	230	235	240	250	260
67,2	54,8	45,5	37,8	32,0	27,0	23,0	17,7	14,0

po korekci v souřadnicích p, a

138,8	143,8	148,8	153,8	158,8	163,8	168,8	173,87	178,8
0,864	1,091	1,403	1,828	2,322	2,923	3,513	3,888	4,495
191,54	162,23	135,96	113,02	93,70	78,20	66,71	59,38	56,28
208,8	213,8	218,8	223,8	228,8	233,8	238,8	248,8	258,8
3,939	3,235	2,708	2,271	1,942	1,658	1,431	1,130	0,920
125,18	149,98	177,96	208,80	242,15	277,65	314,91	393,16	473,78

270 : $P = K : Q = (N - O) / (P - O) * (-3) : Q = Q + 3$ GOSUB 700 : $Q = Q - 3$

280 : USING "HHHH.HHH" : BEEP 5

290 : PRINT "D HU=" ; Q

300 : FOR I = 27 TO 66

310 : $L = A(I + 40)$: GOSUB 500

320 : $Y = I + 40$: PRINT A(Y) : PRINT Z : PRINT A(I)

330 : NEXT I

340 : GOSUB 600

350 : PRINT "W OBEHU=" ; K : PRINT "KOMPR.W=" ; W

360 : END

500 : $R = 1 - \text{COSL} * \text{COSL}$

510 : $Z = F + G/2 * (1 + \text{COSL} + 1/H * (1 - \sqrt{1 - H * H * R}))$

520 : RETURN

600 : $K = 0$

610 : FOR I = 28 TO 66

620 : $L = A(I + 40)$: GOSUB 500 : $X = Z$

630 : $L = A(I + 39)$: GOSUB 500

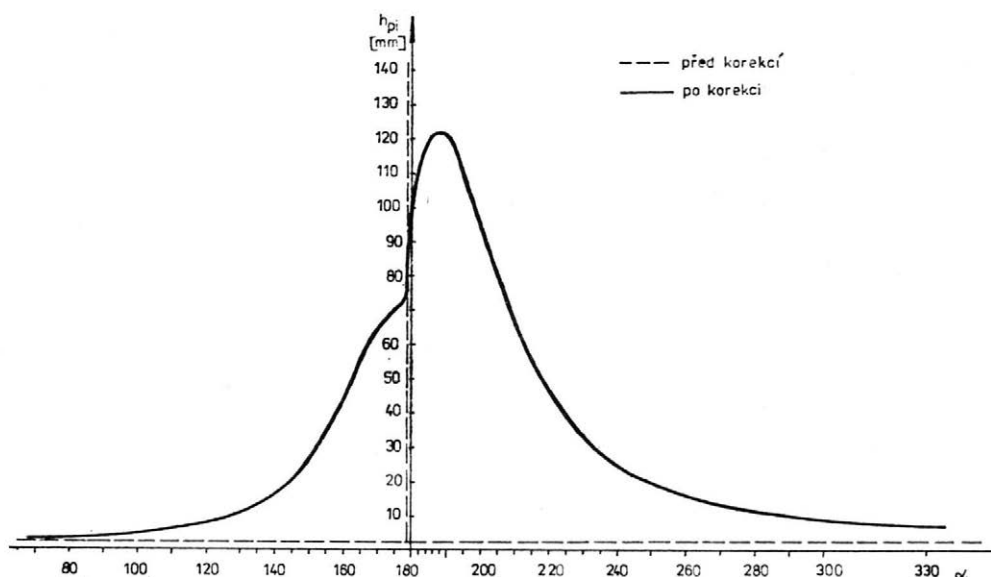
640 : $K = K + (A(I) + A(I - 1)) / 2 * (X - Z)$

650 : IF $L = (180 + Q)$ LET $W = K$

660 : NEXT I

670 : RETURN

700 : FOR I = 67 TO 106



5. Příklad vyhodnocovaného indikátorového diagramu a jeho korekce v souřadnicích p, α — An example of the evaluated indicator diagram and its correction within the co-ordinates p, α

710 : $A(I) = A(I) + Q$

720 : NEXT I

730 : RETURN

POPIS PRÁCE PROGRAMU

Vstupní data jsou zadávána podle označení a s rozměry podle seznamu vstupních dat. V proměnné E je nutno zajistit, aby v souboru zadávaných úhlů $A(67) \div A(106)$ byla zadána i tato hodnota.

Po zadání všech vstupních údajů je proveden výpočet korekce tlakové úrovně. Je vytištěna hodnota "DELTA P=", o kterou je již hodnota všech údajů tlaku korigována. Pokud je údaj korekce řádově srovnatelný se zadávanými hodnotami tlaku, je možné korekci dále zpřesnit novým výpočtem. Pokud chceme v korekci pokračovat, odpovíme na dotaz "KOREKCE?" 1, pokud nechceme pokračovat, odpovíme 0.

Je-li korekce tlakové úrovně ukončena, pokračuje program zadáním dalších vstupních dat potřebných pro korekci polohy horní úvratí. Zadáváme krouticí moment motoru "MK=" a mechanickou účinnost "ETM=" pro daný režim motoru.

Po ukončení výpočtu je vytisknut údaj úhlového posunu horní úvratí "D HU=". Dále pak jsou pro všechny zadané hodnoty vytištěny nové hodnoty úhlu α_i , odpovídající hodnoty objemu pracovního prostoru válce motoru V_i a korigované hodnoty tlaku p_i . Výpočet je ukončen po vytištění velikosti užitečné práce oběhu "W OBEHU=" a kompresní práce oběhu "KOMPR. W=".

ZÁVĚR

Uvedený výpočtový program umožňuje operativně posoudit naměřený indikátorový diagram, provést jeho korekci, vzít ohled na systematické chyby, ke kterým dochází při snímání na indikátoru MAI-2A; zároveň umožňuje další zpracování.

Vzhledem k malé kapacitě paměti mikropočítače SHARP PC 1212, pro který byl program zpracován, nebylo možné zadávat počet dvojic úhlu pootočení klikového hřídele α_i a tlaku vyjádřeného velikostí h_{pi} větší než 40. U mikropočítače s větší kapacitou paměti je výhodné zvětšit počet zadávaných dvojic, obzvláště v oblasti prudkého nárůstu tlaku a tlakového maxima. V tomto případě je nutné u všech cyklů příslušným způsobem změnit meze a také konstanty rozsahu jednotlivých souborů uindexovaných proměnných.

Jako příklad korekcí jsou v tab. I uvedeny parametry indikátorového diagramu traktorového motoru Z-6901 při plném zatížení a jmenovitých otáčkách. Pod označením 1 jsou uvedeny parametry odečtené z naměřeného indikátorového diagramu, pod označením 2 parametry pro korekci. Tento diagram je rovněž uveden před korekcí a po ní na obr. 5 s vyznačením zadávaných úhlů pootočení klikového hřídele.

Literatura

- DJAČENKO, N. CH.: Teorija dvigatelej vnutrennego sgoranija. Leningrad, Mašino-strojenie 1974.
 ONDRÁČEK, J.: Charakteristiky uvolňování tepla při optimalizaci procesu transformace energie v naftovém motoru pro zemědělské traktory. Zeměd. Techn., 30, 1984, č. 12, s. 733-741.
 ONDRÁČEK, J.: Optimalizace procesu transformace energie naftového motoru pro zemědělské traktory. Folia Univ. agric., Brno, 1985.
 ULLRYCH, W.: Einfluß des Totpunktfehlers auf die Bestimmung des indizierten Mitteldruckes. MTZ, 44, 1983, č. 10.
 VOGT, R.: Thermodynamische Bestimmung des Druckes und der Winkelzuordnung beim Indizieren von Verbrennungsmotoren. MTZ, 40, 1979, č. 5.

Došlo dne 13. 1. 1987

ОНДРАЧЕК, Я. — РАУШЕР, Я. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Уточняющие методы вычисления при оптимизации работы нефтяного двигателя. Земед. Techn., 1987 (9) : 513-524.

Для всесторонней оценки свойства нефтяных двигателей используемых в качестве источника энергии в мобильных энергетических средствах следует кроме эффективных параметров оценивать и параметры индикации, или же характеристики освобождения тепла. Эти можно получить из замеренных индикаторных диаграмм, которые часто под влиянием различной усовершенствованности съемочного устройства искажены некоторыми ошибками. Для уточнения результатов поэтому следует, до начала обработки индикаторных диаграмм, провести корректуру полученных данных при измерении. В этой статье занимались корректировкой уровня давления и положения верхней мертвой точки поршня, с целью уточнить результаты. Кроме способа расчета приводится и программа в языке Бейзик для расчета корректировки и основных параметров циркуляции на микро ЭВМ.

индикаторная диаграмма; уточнение результатов расчета

ONDRÁČEK, J. — RAUSCHER, J. (University of Agriculture, Brno; Zbrojovka National Corporation, Brno): *Computing Procedures Designed to Improve the Accuracy of the Optimization of the Work of the Diesel Engine*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 513-524.

It is necessary for all-round evaluation of the properties of Diesel engines used as sources of power in mobile machines to assess not only the effective parameters but also the indicated ones, and/or the characteristics of heat release. These can be obtained from the measurement indicator diagrams, which often bear some errors owing to the differences in the accuracy of the work of the monitoring devices. It is therefore advisable to improve the accuracy of the results by correcting the measured values before drawing the indicator diagrams. For this reason

we studied the possibilities of correcting the pressure level and the position of the upper dead centre of the piston in order to obtain more accurate results. The paper includes a description of the calculation procedure and the programme in the BASIC language for computerized calculation of the corrections and the basic parameters of the cycle.

indicator diagram; improving the accuracy of calculation

ONDRAČEK, J. — RAUSCHER, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno; Zbrojovka, Konzernbetrieb, Brno): *Präzisierung Berechnungsmethoden zur Optimierung der Arbeit von Dieselmotoren*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 513-524.

Zur allseitigen Beurteilung der Eigenschaften von als Energiequellen in mobilen energetischen Mitteln eingesetzten Dieselmotoren sind neben den effektiven Parametern auch indizierte Parameter, evtl. die Wärmefreigabecharakteristiken, zu bewerten. Diese können anhand gemessener Indikatordiagramme gewonnen werden, die allerdings infolge unterschiedlicher Qualität der Abtastvorrichtungen mit Fehlern behaftet sein können. Für eine Präzisierung der Ergebnisse ist es daher sinnvoll, vor der eigentlichen Bearbeitung der Indikatordiagramme eine Korrektur der gemessenen Werte vorzunehmen. Aus diesem Grunde befaßten wir uns in unserem Artikel mit Korrekturen des Druckniveaus und der Lage des oberen Totpunkts, um die Ergebnisse zu präzisieren. Neben dem Berechnungsverfahren wird auch das entsprechende Programm der Berechnung der Korrekturen sowie der Grundparameter der Zirkulation für Kleinstprozeßrechner in der Sprache BASIC angeführt.

Indikatordiagramm; Präzisierung der Berechnungsergebnisse

Adresy autorů:

Ing. Jaroslav Ondráček, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Ing. Jaroslav Rauscher, CSc., Zbrojovka, 613 00 Brno

ANALÝZA ENERGETICKÝCH PARAMETROV SLNEČNÝCH KOLEKTOROV PRE OHREV VZDUCHU

F. Štefánik, S. Haš, M. Macháčková

ŠTEFÁNIK, F. — HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka; Výskumný ústav zemедельské techniky, Praha-Repy): *Analýza energetických parametrov slnečných kolektorov pre ohrev vzduchu*. Zeméd. Techn., 33, 1987 (9) : 525-537.

Na základe spresneného postupu pre navrhovanie slnečných kolektorov sme vypočítali energetické parametre štyroch základných druhov kolektorov pre slnečné senníky. Pritom sa overovali vplyvy jednotlivých konštrukčných prvkov a ich materiálových vlastností. Sledovali sme optické vlastnosti absorbéra, transparentného krytu a vzduchového kanála, ich tvary a usporiadanie vzájomnej vzdialenosti a kvalitu tepelnej izolácie. Vykonali sme tiež rozbor vplyvu rýchlosti vetra, teploty okolia a ožiarenia na zmeny účinnosti. Na základe vykonanej analýzy sme stanovili konečné požiadavky na základné prvky kolektora, ktoré umožnia navrhovať kolektory s vysokou energetickou účinnosťou. slnečné senníky; účinnosť kolektora; tepelné straty; výpočtový postup; technické požiadavky

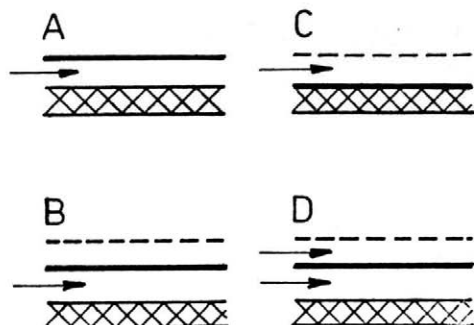
Pre navrhovanie slnečných kolektorov pre ohrev vzduchu k dosušovaniu poľnohospodárskych produktov treba stanoviť technické požiadavky, ktoré zabezpečia optimálnu konštrukciu a efektívny energetický prínos. K tomu sme stanovili potrebný výpočtový postup, ktorý umožnil spracovať mnoho variantov zmien konštrukčných prvkov a nájsť ich výhodné tvary, veľkosti, usporiadanie a optické vlastnosti.

METÓDA

Na základe stanoveného postupu (Haš a i., 1987) sme spracovali program pre výpočet energetických parametrov štyroch typov vzduchových kolektorov (obr. 1):

- typ A — otvorený kolektor (bez transparentného krytu),
- typ B — uzavretý trojvrstvový kolektor s prietokom vzduchu len pod absorbérom,
- typ C — uzavretý dvojvrstvový kolektor s prietokom vzduchu medzi absorbérom a transparentným krytom,
- typ D — uzavretý trojvrstvový kolektor s prietokom vzduchu pod absorbérom i nad ním.

Na počítači WANG MVP vo VÚPT Rovinka sa potom vykonali potrebné výpočty. Pre všetky typy kolektorov sme spracovali varianty pre zistenie závislosti účinnosti na prietoku vzduchu, na činiteli priestupu transparentných krytov pre slnečné a pre dlhovlnné infračervené (tepelné) žiarenie, na tvare transparentného krytu (plochý, vlnitý), na vzdialenosti krytu od absorbéra, na tvare absorbéra



1. Základné typy slnečných kolektorov pre ohrev vzduchu [A — otvorený; B — uzavretý, trojvrstvový (trojplášťový) so vzduchovým kanálom pod absorbéróm; C — uzavretý dvojvrstvový (dvojplášťový); D — uzavretý trojvrstvový s tokom vzduchu pod absorbéróm i nad ním] — The basic types of solar collectors for air heating (A — open; B — closed, three-layer, with air duct under the absorber; C — closed, two-layer; D — closed, three-layer, with air flowing both above and under the absorber)

(plochý, vlnitý, trapézový), na výške vzduchového kanála, na tvare dna kanála, na tepelnom odpore dna kanála a na emisivite oboch strán absorbéra a oboch strán dna vzduchového kanála. Všetky závislosti sme zisťovali pre rôzne rýchlosti vetra. Ďalej sme zisťovali vplyv intenzity ožiarenia a vplyv vonkajšej teploty.

Na základe analýzy výpočtov sme stanovili mieru a závislosť jednotlivých vplyvov a určili sme optimálne parametre. Tieto parametre boli zostavené do súboru technických požiadaviek na vzduchové kolektory pre slnečné senníky s dosušovaním zavädlého krmiva ohriatym vzduchom.

VLASTNÁ PRÁCA

ANALÝZA VPLYVU JEDNOTLIVÝCH PRVKOV KOLEKTOROV NA ÚČINNOSŤ

Na základe výpočtov sme analyzovali jednotlivé faktory a porovnali účinnosť pri ich zmenách. Číselné hodnoty, uvádzané pri porovnávaní, vždy znamenajú rozdiely v hodnotách účinností, nie ich percentuálny podiel.

A. Vplyv typu kolektora na účinnosť

V optimálnych prípadoch možno za najúčinnnejšie považovať trojvrstvové kolektory typu D, s prúdom vzduchu pod absorbéróm i nad ním. Nasledujú dvojvrstvové uzavreté kolektory typu C, ďalej trojvrstvové kolektory typu B s prúdom vzduchu len pod absorbéróm. Toto poradie však môže byť zmenené v prípade, že konštrukcia kolektorov a zvolené konštrukčné materiály nie sú optimálne.

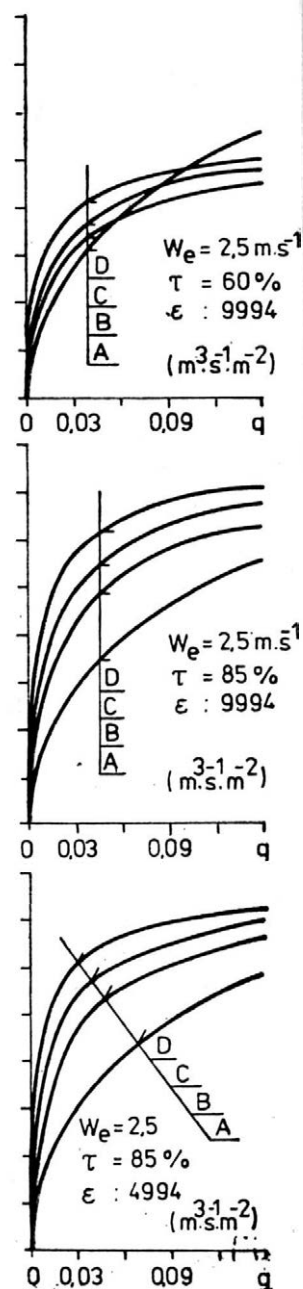
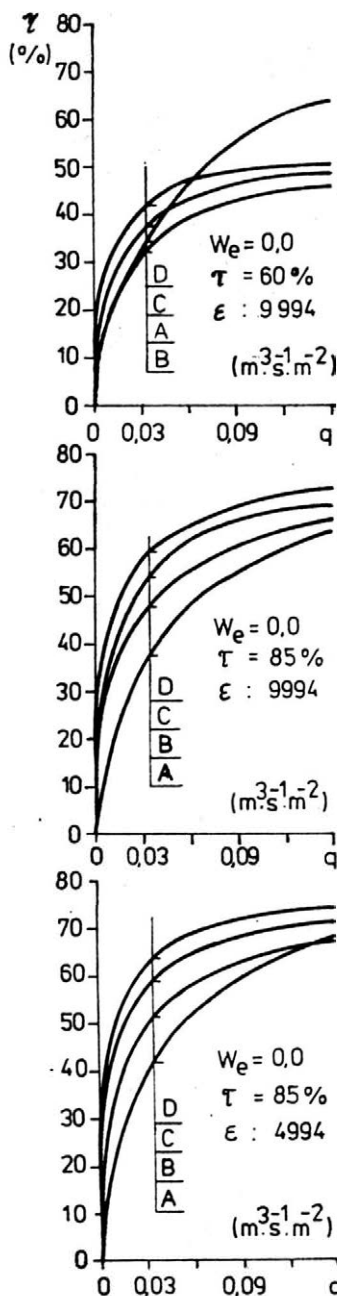
Najväčšie rozdiely účinnosti sú pri malých prietokoch vzduchu. So zväčšujúcim sa prietokom vzduchu rozdiely spravidla klesajú.

B. Činiteľ priestupu transparentného krytu pre slnečné žiarenie

Činiteľ priestupu krytu pre slnečné žiarenie je významným faktorom účinnosti slnečných kolektorov. V bilancii prenosu žiarenia a tepla je potrebné tento vplyv sledovať tiež v závislosti od prietoku vzduchu kolektorom a od rýchlosti vetra (obr. 2).

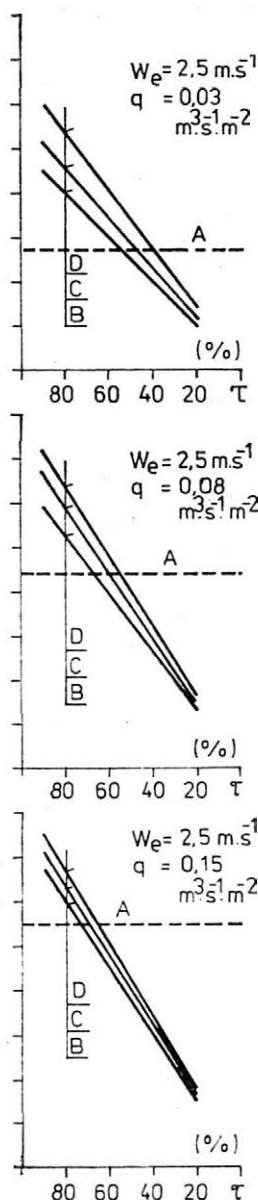
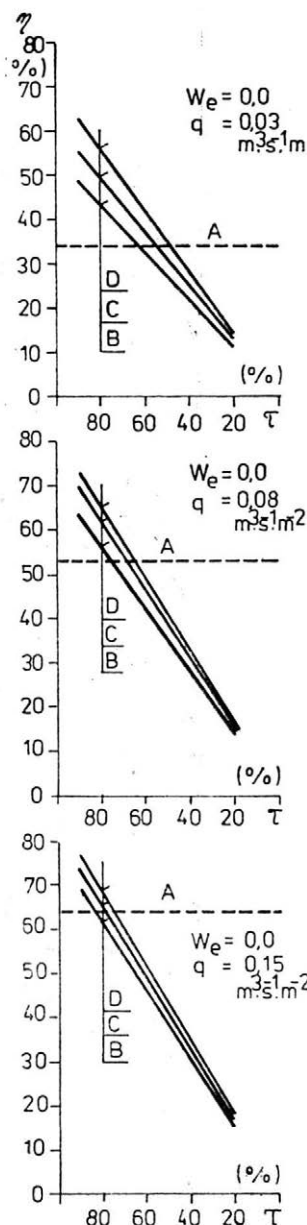
V závislosti od prietoku vzduchu má účinnosť kolektora závislosť exponenciálnu. Z teoretického hľadiska asymptota, ku ktorej sa funkčná závislosť účinnosti približuje pri nekonečnej hodnote prietoku, je závislá len od súčinu činiteľov pohltienia absorbéra a priestupu krytu pre slnečné žiarenie (optická účinnosť). Z funkčného vzťahu závislosti účinnosti potom vyplýva, že kolektor bez transparentného krytu má v zá-

2. Závislosť účinnosti kolektorov A, B, C, D od prietoku vzduchu pri výške vzduchového kanála 0,35 m, pri tepelnom odpore dna kolektorov $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, pri rôznom činiteli priestupu transparentného krytu τ , pri rôznych emisivitách ε [význam symbolu: 1. číslica = emisivita absorbér — okolie (0,9 alebo 0,4), 2. číslica = absorbér — kanál (0,9), 3. číslica = kanál — absorbér (0,9), 4. číslica = kanál — okolie (0,4)] pri bezvetří a pri rýchlosti vetra $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (absorbér vlnitý, transparentný kryt vlnitý, dno kanála hladké) — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on air flow rate at air duct height of 0.35 m, at the thermal resistance of collector bottom $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, at different factors of transparent cover heat transfer τ , at different emissivity ε [the symbols: 1st figure = emissivity absorber — environment (0.9 or 0.4), 2nd figure = absorber — duct (0.9), 3rd figure = duct — absorber (0.9), 4th figure = duct — environment (0.4)] at calm and at the wind speed of $2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (corrugated absorber, corrugated transparent cover, smooth duct bottom)



vislosti od prietoku pomalšie zmeny účinnosti, ale pri nekonečnom prietoku dosiahne až hodnoty $\eta_{\max} = \alpha$.

Kolektory s transparentným krytom vykazujú, pri nižších prietokoch rýchlejší nárast účinnosti, závislý od emisivity absorbéra do okolia; kolektory so selektívnymi absorbérmi (s nízkou emisivitou) majú už pri malých prietokoch účinnosť vysokú. Maximálna hodnota účinnosti pri nekonečnom prietoku pre tieto typy kolektorov je však nižšia ako



3. Závislost účinnosti kolektorov A, B, C, D od činiteľa priestupu transparentného krytu pre slnečné žiarenie τ pri výške vzduchového kanála 0,35 m, pri tepelnom odpore dna kolektorov $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, pri emisivitách ε : 0,9; 0,9; 0,9; 0,4, pri rôznych merných prietokoch vzduchu q a pri bezvetrí a pri rýchlosti vetra $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on the solar radiation transfer of transparent cover τ at the air duct height 0.35 m, at the collector bottom thermal resistance $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, at the emissivity ε 0.9, 0.9, 0.9, 0.4, at different specific air flow rates q , at calm and at the wind speed of $2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

u otvoreného kolektora a okrem činiteľa pohltienia je závislá aj od činiteľa priestupu, teda $\eta_{\max} = \tau \alpha$. To znamená, že pri porovnaní otvorených kolektorov s kolektormi s transparentným krytom je dôležité najšť medzný činiteľ priestupu $\tau_{\min}$, kedy účinnosti oboch porovnávaných kolektorov pre požadovanú hodnotu prietoku sú rovnaké (obr. 3). Ak považujeme za bežné kolektory s neselektívnymi absorbérmi, s tepelným odporom dna kanála $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ pre merný prietok vzduchu $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, potom pre nulovú rýchlosť vetra je limitný činiteľ priestupu pre kolektory typu B 75 %, typu C 69 %, typu D 66 %. Pri väčších

prietokoch je τ_{min} vyšší. Rovnako pri použití absorbérov so selektívnym povrchom sa hodnota τ_{min} zvyšuje. Pri väčších rýchlostiach vetra sa naopak limitná hodnota činiteľa priestupu znižuje. Pre prietok $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ je pre rýchlosť vetra $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v rozmedzí 55 až 68 %, pre rýchlosť $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v rozmedzí 51 až 60 %.

Uvedené hodnoty platia pri kolmom dopade priameho slnečného žiarenia na transparentnú plochu. Pri šikmom dopade sa odraz žiarenia zväčšuje a priestupnosť je nižšia. Problém odrazu na plochej rovinnej ploche je fyzikálne riešiteľný. Pre kryty so zakrivenými alebo členitými plochami sa situácia mení podľa smeru, v ktorom žiarenie dopadá na kryt. Pre praktické riešenie možno použiť redukčný faktor o hodnote 0,90 až 0,95, takže limitné činitele priestupu musia byť o 5 až 10 % vyššie.

C. Činiteľ priestupu krytu pre dlhovlnné žiarenie

Doskové krycie materiály (sklo, polymetylmetakrylát, polykarbonáty, sklené lamináty) majú spravidla veľmi malú priestupnosť, alebo sú pre tepelné žiarenie úplne nepriestupné. Väčšiu priestupnosť v tejto spektrálnej oblasti majú fólie (20—30 %). Ani pri tejto priestupnosti sa však neprejavuje podstatný vplyv na účinnosť kolektorov. O kolektoroch typu C a D môžeme povedať, že až do hodnoty $\tau_r = 25 \%$ nie je účinnosť vôbec ovplyvnená. Pre kolektory typu B zníži transparentný kryt s priestupnosťou pre dlhovlnné tepelné žiarenie hodnotu účinnosti o 2 až 3 %, hlavne pri väčších rýchlostiach vetra.

D. Tvar transparentného krytu

Tvar transparentného krytu kolektorov typu B, C a D neovplyvňuje príliš významne tepelné straty prúdením a účinnosť kolektorov. Vyššia účinnosť sa dosahuje s plochými transparentnými krytmi. Tvarované (vlnité) kryty znižujú hodnotu účinnosti o 1 až 3 %. U kolektorov so selektívnymi absorbérmi je zníženie účinnosti prakticky zanedbateľné.

E. Vzdialenosť transparentného krytu

Transparentný kryt majú kolektory typu B, C, D. V kolektoroch typu C a D je však kryt súčasťou vzduchového kanála. Hodnotí sa teda len vplyv vzdialenosti krytu u kolektorov typu B. Analýza ukazuje určité zvýšenie účinnosti so zväčšením vzdialenosti, zvlášť u kolektorov so selektívnym absorbérom. Tu sa zvýšenie hodnoty účinnosti pohybuje okolo 1 až 2 %. U kolektorov so selektívnym absorbérom je však zvýšenie hodnoty účinnosti celkom zanedbateľné.

F. Tvar absorbéra

Pri porovnávaní tvarovaných absorbérov vlnitého a trapézového profilu zisťujeme, že hodnoty účinnosti sú rovnaké. Iné výsledky dáva porovnanie plochého a tvarovaného absorbéra. Rozdiel účinnosti u kolektora typu A a u kolektora typu D činí asi 2 %. Kolektory typu C s tvarovaným absorbérom majú o 3 až 4 % vyššiu účinnosť ako kolektory

ry rovnakého typu s plochým absorbércom. Najväčší rozdiel — 5 až 6 % — je medzi kolektormi typu B s tvarovaným a plochým absorbércom.

G. Činiteľ pohltienia a emisivita absorbéra a dna kanála

Činiteľ pohltienia absorbéra priamo ovplyvňuje výkon kolektora. Vplyv nie je lineárny, pretože veľkosť činiteľa pohltienia sa neprejavuje len v pohltenej slnečnej energii, ale tiež v teplote absorbéra, ktorá je mierou tepelných strát.

Veľkosť tepelných strát ovplyvňuje okrem iného aj emisivita absorbéra v smere do okolia. Selektívne povrchy, ktoré majú vysoký činiteľ pohltienia slnečného žiarenia a nízku emisivitu v oblasti dlhovlnného tepelného žiarenia, majú vždy vyššiu účinnosť. Ich hodnota dosahuje u kolektorov typu A 55 až 58 %, zatiaľ čo účinnosť rovnako usporiadaného kolektora so selektívnym absorbércom je pri rovnakom mernom prietoku vzduchu ($0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) a rovnakých vonkajších podmienkach (pri nulovej rýchlosti vetra) len 50 až 53 %. So stúpajúcou rýchlosťou vetra sa vplyv selektívneho absorbéra znižuje. Pri rýchlosti vetra $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ je účinnosť kolektora so selektívnym absorbércom 39 až 41 %, s neselektívnym absorbércom 37 až 39 %.

Účinnosť kolektorov typu B, C, D je selektívnym absorbércom ovplyvňovaná menej, rozdiely v hodnote účinnosti činia len asi 1 až 2 %.

Kolektor typu C bez izolovaného dna do značnej miery ovplyvňuje emisivita dna kanála do okolia. Pri nízkej emisivite (0,4) je účinnosť pri mernom prietoku $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^2$ 58 až 59 %, vysoká emisivita (0,9) zníži účinnosť na 52 až 53 %. U izolovaného dna je rozdiel v účinnosti najviac 2 %. Tento rozdiel sa prejavuje taktiež u ostatných typov kolektorov, v tomto prípade bez ohľadu na izoláciu dna.

Účinnosť kolektora typu A s neselektívnym absorbércom v malej miere ovplyvňuje i emisivita spodnej strany absorbéra a vnútornej strany dna kanála (1—3 %). Vyššia účinnosť sa dosahuje pri vysokej emisivite spodnej strany absorbéra a nízkej emisivite vnútornej steny dna kanála. U kolektorov ostatných typov nie je vplyv emisivity plôch do kanála významný.

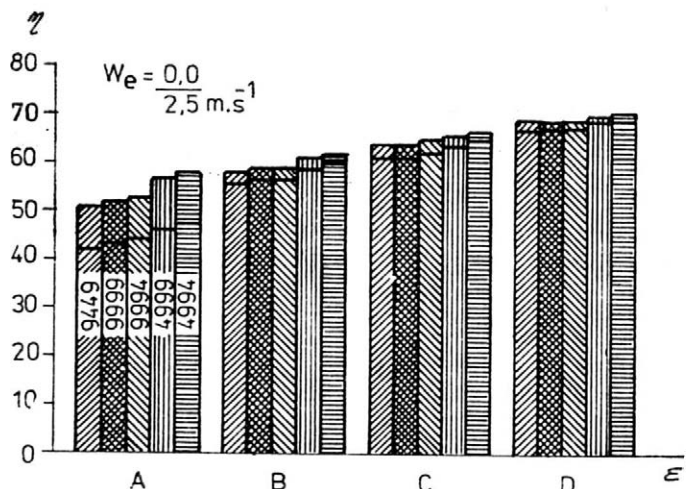
U kolektorov so selektívnym absorbércom, ale i u kolektorov typu A a B, sa vplyv emisivity vnútorných stien kanála prejavuje rovnako rozdielom hodnoty účinnosti asi o 1 až 2 %. U kolektorov typu C a D je tento rozdiel celkom zanedbateľný.

Keď porovnáваме celkové možné zmeny účinnosti vplyvom emisivity, konštatujeme, že najcitlivejšie na ne reagujú kolektory typu A. Medzi selektívnym kolektorom s vysokou emisivitou do kanála a nízkou emisivitou dna a neselektívnym kolektorom s nízkou emisivitou do kanála a vysokou emisivitou dna je rozdiel v účinnosti 5 až 7 % (obr. 4). U typov B činí tento rozdiel najviac 4 %, u typov C 3 % a u typov D 2 %.

H. Tvar dna kanála

Tvar dna ovplyvňuje predovšetkým účinnosť otvoreného kolektora typu A. Dno kanála vybavené výstupkami zvyšuje hodnotu účinnosti o 4 až 5 %. Menšiu mieru vplyvu (3 až 4 %) má dno s výstupkami u trojvrstvého kolektora typu B. U kolektorov typu C tvorí dno kanála absorbér. Činiteľ prestupu tepla z kanála je totiž daný činiteľom

4. Závislost účinnosti kolektorov A, B, C, D od emisivity absorbéra a dna kanála pri činiteli priestupu transparentného krytu 85 %, mernom prietoku vzduchu $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, tepelnom odpore dna kanála $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, pri bezvetrí a pri rýchlosti vetra $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on the emissivity of the absorber and duct bottom at transparent cover transfer factor 85 %, at the specific air flow rate $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, at the thermal resistance of duct bottom $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, at calm and at the wind speed of $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



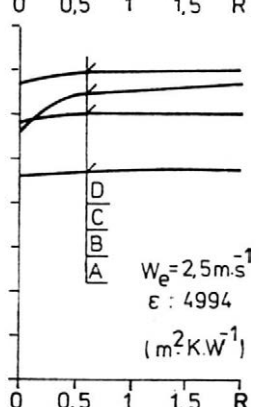
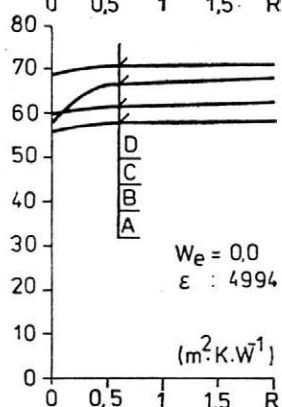
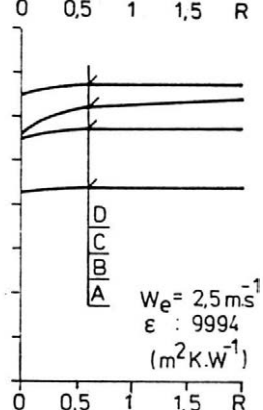
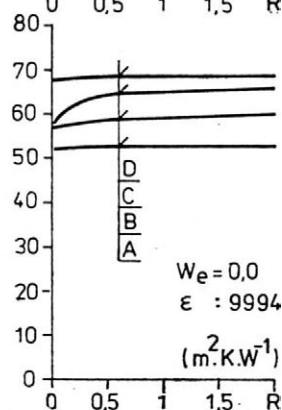
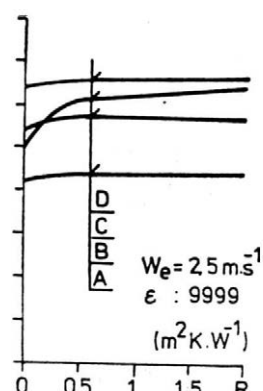
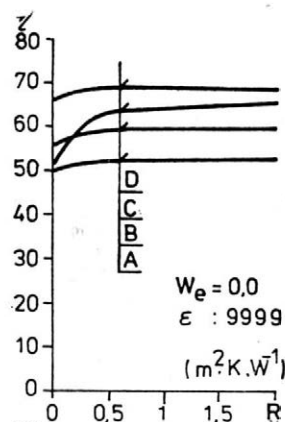
Tom prestupu tepla z absorbéra. Vplyv vlnitého absorbéra je oproti plochému absorbéru celkom významný, zvyšuje hodnotu účinnosti o 3 až 4 %, teda rovnakou mierou ako dno s výstupkami u kolektorov typu A a B. Zvýšenie účinnosti u typov A, B, C je rovnaké pre kolektory s absorbérmi so selektívnym i neselektívnym povrchom. Nevýznamný vplyv dna s výstupkami (do 1 %) je u kolektorov typu D.

I. Tepelný odpor dna kanála

Pre všetky kolektory je zrejмый rýchly vzrast účinnosti medzi kolektormi s neizolovaným dnom kanála a kolektormi s izoláciou o tepelnom odpore do $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ (obr. 5). Pri ďalšom zväčšovaní tepelného odporu stúpa účinnosť už pomalšie, alebo sa dokonca už vôbec nemení.

Vo všetkých kolektoroch, ktoré majú vzduchový kanál pod absorbérom, zvyšuje izolované dno s tepelným odporom $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ hodnotu účinnosti kolektora pri mernom prietoku vzduchu $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ o 1 až 4 %. Najmenší vplyv (1—3 %) má izolácia u otvoreného kolektora typu A pri malých rýchlostiach vetra. O niečo väčší vplyv (2—4 %) má izolácia v kolektoroch typu B a typu D. Vo všetkých prípadoch platí, že väčší vplyv izolácie sa prejavuje u selektívnych absorbérov a u kolektorov, ktorých dno má vyššiu emisivitu do okolia.

Zásadný význam má tepelná izolácia dna kanála v dvojvrstvových kolektoroch s transparentným krytom typu C. Účinnosť týchto kolektorov bez izolácie dna je nižšia alebo rovnaká ako účinnosť kolektorov typu B bez izolácie. Izolovaním dna izoláciou s tepelným odporom $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ stúpa hodnota účinnosti o 8 až 16 %. Nižšie hodnoty (8—10 %) platia pre dno s menšou emisivitou (0,4). Najväčšie rozdiely sú opäť vždy u kolektorov so selektívnym absorbérom (podľa zavedeného označenia 4999).

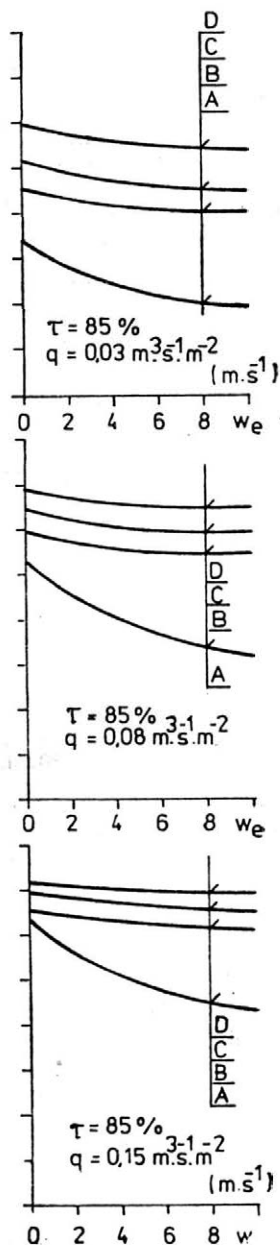
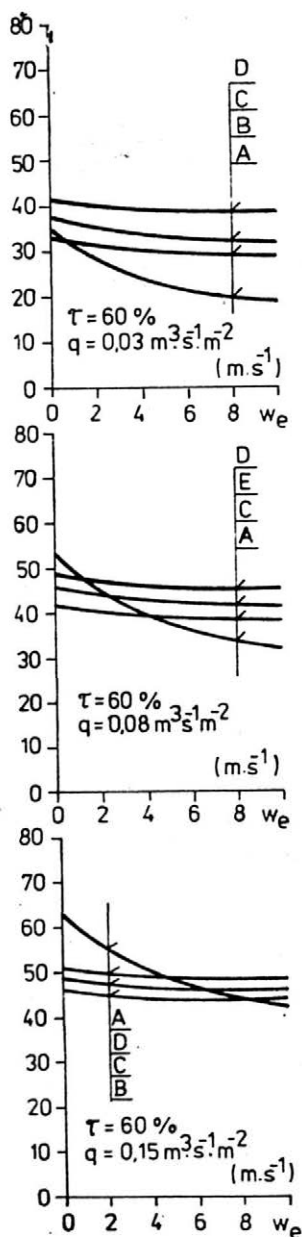


5. Závislosť účinnosti kolektorov A, B, C, D od tepelného odporu dna vzduchového kanála pri výške vzduchového kanála 0,35 m, pri činiteli priestupu transparentného krytu $\tau = 85\%$, pri mernom prietoku vzduchu $0,08 m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$, pri rôznych hodnotách emisivít ϵ , pri bezvetri a pri rýchlosti vetra $2,5 m \cdot s^{-1}$ — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on the thermal resistance of the air duct bottom at duct height 0.35 m, at the transfer factor of the transparent cover $\tau = 85\%$, at specific air flow rate $0.08 m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$, at different values of emissivity ϵ , at calm and at the wind speed of $2.5 m \cdot s^{-1}$

J. Výška kanála

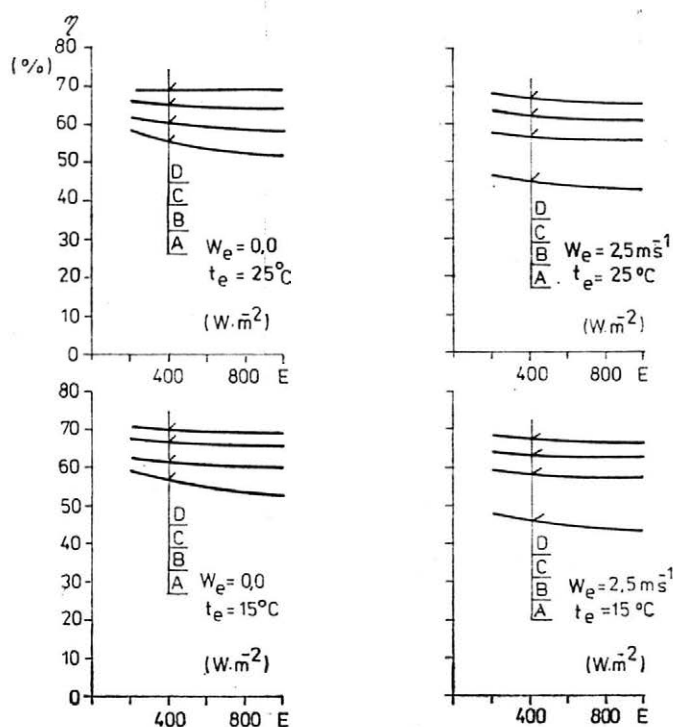
Výškou vzduchového kanála sa pri rovnakom prietoku vzduchu mení rýchlosť prúdenia, čo ovplyvňuje prestup tepla z absorbéra, a tým i účinnosť kolektora. Najväčší vplyv má výška kanála v otvorenom kolektore typu A. Vzduchový kanál tohto kolektora by mal byť čo najnižší, aby rýchlosť prúdenia dosahovala asi $6 m \cdot s^{-1}$. Pri bežnom mernom prietoku $0,07$ až $0,10 m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ je to výška asi $0,25 m$. Ešte menšia výška kanála by spôsobovala príliš veľký únik vzduchu škárami a veľ-

6. Závislost účinnosti kolektorov A, B, C, D od rýchlosti vetra W_e pri rôznom mernom prietoku vzduchu q , pri rôznych činiteľoch priestupu transparentného krytu τ , pri výške vzduchového kanála 0,35 m, pri tepelnom odpore dna kanála $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ a emisivitách ε : 0,9; 0,9; 0,9; 0,4 — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on the wind speed W_e at different specific air flow rates q , at different transfer factors of transparent cover τ , at air duct height 0.35 m, at the thermal resistance of duct bottom $0.45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ and at the emissivity ε of 0.9, 0.9, 0.9, 0.4



kú tlakovú stratu. I pri rýchlostiach prúdenia okolo $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ treba dbať na čo najdokonalejšie tesnenie kanála a absorbéra.

Pri uvedenom bežnom mernom prietoku okolo $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ má väčší vplyv výška kanála aj pre kolektory typu B. Optimálna výška kanála vzhľadom na účinnosť kolektora je tu asi 0,3 m. V kolektoroch typu C a D má výška kanála na účinnosť len malý vplyv. Pre malé hydraulické a tepelné straty je teda vhodné, aby kanál mal väčšiu výšku, v ko-



7. Závislosť účinnosti kolektorov A, B, C, D od intenzity slnečného žiarenia pri rôznej teplote okolia t_e , pri prietoku vzduchu $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, pri výške vzduchového kanála $0,35 \text{ m}$, tepelnom odporu dna kanála $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, emisivitách ε : $0,9; 0,9; 0,9; 0,4$, pri bezvetrí a pri rýchlosti vetra $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ — The dependence of the efficiency of collectors A, B, C, D on the intensity of solar radiation at different ambient temperatures t_e , at the air flow rate $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, at air duct height $0,35 \text{ m}$, at the thermal resistance of duct bottom $0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, at the emissivity ε : $0,9; 0,9; 0,9; 0,4$, at calm and at the wind speed of $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

lektoroch typu C asi $0,35 \text{ m}$, v kolektoroch typu D i viac (hlavne pokiaľ by absorbér mal selektívny povrch).

K. Rýchlosť vetra

So stúpajúcou rýchlosťou vetra sa účinnosť vo všetkých vzduchových kolektoroch znižuje (obr. 6). Najväčší vplyv sa prejavuje u otvoreného kolektora typu A (uvažuje sa o prípade, keď vietor omýva rovnakou rýchlosťou celú plochu absorbéra). Všetky uzavreté kolektory vietor ovplyvňuje podstatne menej. Pritom je vplyv vetra tým menší, čím väčší je prietok vzduchu ohrievaného kolektorom.

L. Teplota vonkajšieho vzduchu

Teplota vonkajšieho vzduchu pri praktických zmenách medzi 15°C a 25°C má zanedbateľný vplyv na zmenu účinnosti (obr. 7).

M. Intenzita slnečného žiarenia

Vplyv intenzity slnečného žiarenia sa prejavuje predovšetkým u kolektorov typu A (obr. 7), kde so zvyšujúcou sa intenzitou zjavne klesá účinnosť. Pri intenzite $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ je hodnota účinnosti o 3 až 5 % nižšia ako pri intenzite $300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

So zväčšujúcou sa rýchlosťou vetra sa rozdiel o niečo zmenšuje. U kolektorov typov B, C a D sa javí obdobná tendencia, ale rozdiely v účinnosti sú veľmi malé.

Vykonané rozborý ukazujú, že pre vzájomné hodnotenie jednotlivých vzduchových kolektorov treba zabezpečiť meranie účinnosti nielen pri rovnakom mernom prietoku vzduchu, ale tiež pri rovnakých meteorologických podmienkach: pri rovnakej rýchlosti vetra, pri približne rovnakej teplote vonkajšieho vzduchu a pri rovnakej hodnote ožiarenia.

Hlavným záverom analýzy je stanovenie technických požiadaviek na optimálne vlastnosti a konštrukciu jednotlivých prvkov kolektorov. Ak sa berú do úvahy kolektory pre ohrev vzduchu k dosušovaniu materiálu, integrované so strechou, príp. jednou stenou hál, kde sa požaduje optimálny merný prietok vzduchu $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, sú požiadavky na sledované prvky jednotlivých typov kolektorov (A, B, C, D) tieto:

tvar absorbéra:	A — ľubovoľný B, C — tvarovaný D — ľubovoľný, lepšie tvarovaný
emisivita absorbéra na vonkajšej/ /vnútornej strane:	A — 0,9 {0,4 selektívny}/0,9 B, C, D — 0,9/0,9
činiteľ pohltienia absorbéra pre slnečné žiarenie (na vonkajšej strane):	A, B, C, D — 0,9
tvar transparentného krytu:	B — ľubovoľný C — plochý D — ľubovoľný, lepšie plochý
činiteľ priestupu transparentného krytu pre slnečné žiarenie:	B — min 80 % C — min 75 % D — min 70 %
činiteľ priestupu transparentného krytu pre tepelné žiarenie:	B, C, D — max 20 %
vzdialenosť transparentného krytu od absorbéra	B — 0,1 m C — totožná s výškou vzdu- chového kanála D — 0,05 až 0,1 m
tvar dna vzduchového kanála:	A — s výstupkami B — s výstupkami C — môže byť hladké
emisivita dna kanála na vnútornej/ /vonkajšej strane:	A — 0,4/0,4 B — 0,4/0,4 — 0,9 C — 0,9/0,4 D — 0,9/0,4 — 0,9
tepelný odpor dna kanála ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$):	A — 0,35 — 0,45 B — 0,45 — 0,55 C — 0,60 — 1,00 D — 0,45 — 0,55

výška vzduchového kanála (m):	A — 0,25 — 0,30
	B — 0,30
	C — 0,35
	D — 0,35 — 0,40

DISKUSIA

Spracovaním viac ako 80 rôznych variantov konštrukčného usporiadania a optických vlastností pre každý zo štyroch typov vzduchových kolektorov sme dospeli k obecným záverom a k zostaveniu základných požiadaviek pre kolektory. Výsledky rozborov sú v súlade s údajmi uvádzanými v literatúre (napr. Niles a i., 1978; Henriksson, 1983; Ekström, 1985; Swieczkowski, 1986) i s výsledkami merania, ktoré sme vykonali v našich experimentálnych procesoch (Štefánik a Chudý, 1984, 1985).

ZÁVER

Vykonaná analýza vplyvov jednotlivých prvkov vzduchových slnečných kolektorov dáva možnosť optimalizovať kolektorové systémy. Výsledky tejto analýzy sme využili pri návrhu slnečných senníkov MSP 86-Solár, ktoré sme vyvinuli v spolupráci s Výskumným ústavom poľnohospodárskej techniky Rovinka a VHJ Vítkovice-Mostáreň Hustopeče a dnes sa používajú už asi v 100 poľnohospodárskych podnikoch.

Literatúra

- EKSTRÖN, N. et al.: The application of solar collectors for drying of grain and hay. Proc. UNESCO/FAO working group meeting — solar drying. FAO-CNRE Bull., Perpignan, 1985, č. 7.
- HAS, S. — MACHÁČKOVÁ, M. — ŠTEFÁNIK, F.: Sdílení tepla ve slunečních kolektorech pro ohřev atmosférického vzduchu. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 7, s. 413-424.
- HENRIKSSON, R.: The use of solar collectors for drying agricultural crops and for heating farm buildings. FAO-CNRE Bull., Tel-Aviv, 1983, č. 3.
- NILES, P. W. et al.: Design and performance of an air collector for industrial crop dehydration. Solar Energy, 20, 1978, s. 19-23.
- SWIECZKOWSKI, K. et al.: Einsatz von Sonnenenergie in Heubelüftungsanlagen. Agrartechnik, 1986, č. 2.
- ŠTEFÁNIK, F. — CHUDÝ, D.: Overenie solárnych systémov so vzduchovými kolektormi na solárnych senníkoch. [Výskumná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1984.
- ŠTEFÁNIK, F. — CHUDÝ, D.: Aplikácie solárnych systémov v technologických procesoch rastlinnej výroby. [Výskumná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1985.

Došlo dňa 22. 1. 1987

ШТЕФАНИК, М. — ГАШ, С. — МАХАЧКОВА, М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Rovinka; Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Анализ энергетических параметров солнечных коллекторов используемых для обогрева воздуха. Земед. Techn., 33, 1987 (9): 525-537.

На основе уточненного процесса, по предложению солнечных коллекторов, рассчитали энергетические параметры четырех основных видов коллекторов для солнечных сен-

ников. Совместно с этим проверяли влияние отдельных деталей входящих в конструкцию и свойства материалов, из которых они произведены. Наблюдалось оптическое свойство абсорбера, транспортного кожуха и воздушного канала, их форм, упорядочения взаимного расстояния и качество тепловой изоляции. Провели анализ влияния скорости ветра, температуры окружающей среды и облучения на изменения к. п. д. коллектора. На основе проведенного анализа были установлены окончательные требования предъявляемые к основным составным деталям коллектора, которые позволяют конструировать коллекторы с высокой энергоемкостью.

солнечный сеник; к. п. д. коллектора; тепловые потери; расчетный метод; технические требования

ŠTEFÁNIK, F. — HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka; Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *An Analysis of the Energy Parameters of Solar Collectors for Air Heating*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 525-537.

The energy parameters of four basic types of collectors for solar hay-lofts were calculated on the basis of an improved method of designing solar collectors. The use of different structural components and the characteristics of their materials were verified at the same time. The absorber, transparent cover and air canal were studied for their optical characteristics; their shapes, the distances between them and the quality of thermal insulation were also examined. The effect of wind speed, ambient temperature and irradiation was studied as exercised on the changes of collector efficiency. The final requirements for the basic properties of the collectors were formulated on the basis of the analysis; they will help to design collectors of high power efficiency.

solar hay-lofts; efficiency of collector; heat losses; procedure of calculation; technical requirements

ŠTEFÁNIK, F. — HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Rovinka; Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Analyse der energetischen Parameter von Sonnenkollektoren für Lufterwärmung*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 525-537.

Anhand eines präzisierten Verfahrens zur Projektierung von Sonnenkollektoren errechneten wir energetische Parameter von vier Grundtypen der Kollektoren für Sonnen-Heutürme. Wir prüften dabei die Auswirkungen der einzelnen Konstruktionselemente und ihrer Materialeigenschaften. Wir untersuchten die optischen Eigenschaften des Absorbers, der transparenten Abdeckung und des Luftkanals, ihre Formen und die Anordnung ihrer gegenseitigen Entfernungen sowie die Qualität der Wärmeisolation. Wir nahmen ebenfalls Analysen der Einflüsse der Windgeschwindigkeiten und der Umwelt- und Bestrahlungstemperaturen auf Veränderungen der Wirksamkeit vor. Anhand der durchgeführten Analyse wurden endgültige Ansprüche an die Grundelemente der Kollektoren definiert, die es ermöglichen sollen, Kollektoren mit einem hohen energetischen Wirkungsgrad zu projektieren.

Sonnen-Heutürme; Wirkungsgrad des Kollektors; Wärmeverluste; Berechnungsverfahren; technische Ansprüche

Adresy autorov:

Ing. František Štefánek, RNDr. Mária Macháčková, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, 900 41 Rovinka
Ing. Stanislav Haš, CSc., Výskumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 10 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny články:

- Z. Pastorek: Výsledky vědeckovýzkumné činnosti Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích
- V. Mayer: Rozbor činnosti řádkovačů kamene
- J. Maleř: Adaptace sklízecí mlátičky pro sklizeň ozimé řepky
- P. Kroupa: Věžové zásobníky pro uskladnění 2000 tun zrna
- P. Hutla, I. Čištíňová, S. Haš: Použití umělých světelných zdrojů pro přisvětlování sadby brukve
- F. Novotný: Zemědělská technika v podmínkách vědeckotechnického pokroku

KVALITATIVNÍ VLASTNOSTI DLOUHODOBĚ SKLADOVANÉHO OVOCE

B. Groda, M. Seknička

GRODA, B. — SEKNIČKA, M. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Kvalitativní vlastnosti dlouhodobě skladovaného ovoce*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9): 539–559.

V příspěvku uvádíme způsob zkoumání kvalitativních vlastností dlouhodobě skladovaných jablek v termickém skladu s řízenou atmosférou. Změny kvalitativních vlastností produktu se zkoumaly pomocí fyzikálně-mechanických veličin, jako jsou např. pevnost v tlaku, smykové napětí a penetrační pevnost slupky a dužiny jablek. Vyhodnocovali jsme určující závislosti těchto veličin v době skladování i jejich vzájemné definiční vztahy. Z těchto závislostí se vytvářejí předpoklady pro vědecké řízení technologie termických skladů s řízenou atmosférou pomocí řídicích počítačů.

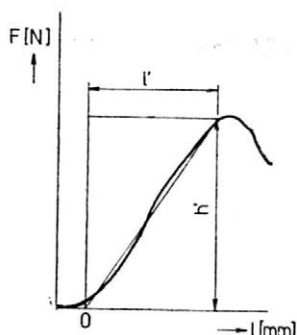
termický sklad; řízená atmosféra; napětí v tlaku; smykové napětí; penetrační pevnost

Při dlouhodobém skladování konzumních jablek v čerstvém stavu se vlastnosti tohoto vysoce hodnotného produktu humánní výživy mění. Zachovat co nejvyšší kvalitativní vlastnosti jablek po celou dobu jejich skladování od sklizně až po jejich spotřebu v zimních a jarních měsících dalšího roku je důležitým požadavkem kladeným na techniku a technologii tohoto způsobu konzervace v termických skladech ovoce s řízenou atmosférou. Současně platí požadavek, aby byly vytvořeny podklady pro řízení technologie prostřednictvím řídicích počítačů.

Těmito vědeckými podklady mohou být definiční závislosti kvalitativních vlastností skladovaného produktu. Kvalitativní vlastnosti produktu a dynamiku jejich degradace lze zkoumat pomocí fyzikálně-mechanických veličin. Proto se opakovaně po celou dobu skladování měřily vybrané fyzikálně-mechanické veličiny jablek dlouhodobě skladovaných v experimentálním termickém skladu ovoce s řízenou atmosférou podniku Agrofrukt v Hodonicích u Znojma.

MATERIÁL A METODA

Opakovaně jsme měřili napětí v tlaku (σ), smykové napětí (τ_s), penetrační pevnost jablek na otlačení dužiny (p_{no}), penetrační pevnost slupky (p_{ns}) a penetrační pevnost dužiny jablek (p_{nd}). Zkoušky se dělaly na speciálním tenzometrickém přístroji s registračním záznamem (Goliáš aj., 1977) ve spolupráci se zahradnickou fakultou VŠZ v Brně. Zkoumány byly dvě odrůdy jablek, 'Golden Delicious' a 'Jonathan', které byly dlouhodobě skladovány v komorách chlazených s řízenou atmosférou (ŘA) a v komorách pouze chlazených (CH). Jednotlivé fyzikálně-mechanické veličiny byly z měření vyhodnocovány postupem dále popsáním.



1. Diagram namáhání v tlaku — Diagram of crushing stress

STANOVENÍ NAPĚTÍ V TLAKU

Rostlinné pletivo je strukturálně nehomogenní a na namáhání reaguje zčásti jako tuhé těleso, zčásti jako viskózní kapalina. Pro měření napětí v tlaku se z každé poloviny jablka vyřízly tři válečky o ploše základny $S = 90 \text{ mm}^2$ a o výšce $l = 15 \text{ mm}$. Vzorky se odebíraly v radiálním směru tak, aby horní plocha válečku byla odříznuta 1,0 až 1,5 mm od povrchu plodu. Vzorky — zkušební válečky — jsme odebírali vždy z pěti plodů v každém opakovaném měření z každé zkoumané odrůdy. Zkušební vzorky byly zatěžovány silou (F) [N] vertikální osou rychlostí $1,53 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ až do bodu meze kluzu (obr. 1), který odděluje elastickou a plastickou deformaci vzorku. Obr. 1 schematicky zobrazuje grafický záznam zapisovače EZ-10 zkušebního zařízení. Ze záznamu se odečtou hodnoty (h') a (l').

Zatěžující síla (F) se stanoví ze vztahu:

$$F = h' \cdot k \quad [\text{N}] \quad (1)$$

kde: k — cejchovní konstanta přístroje ($k = 0,629 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$)

h' — hodnota ze záznamu zapisovače [m]

a napětí v tlaku (σ) na mezi kluzu určuje rovnice:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{4h' \cdot k}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{Pa}] \quad (2)$$

kde: d — průměr zkušebního válečku [m]

S — plocha základny válečku [m^2]

Z diagramu (obr. 1) se rovněž stanoví hodnota modulu pružnosti v tlaku (E):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad [\text{Pa}] \quad (3)$$

kde: ε — poměrné zkrácení vzorku [—]

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad [—]$$

Δl — deformace vzorku [m]

$$\Delta l = l' \cdot \frac{v}{v'} \quad [\text{m}]$$

v — vertikální zatěžovací rychlost vzorku [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

($v = 1,53 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

v' — rychlost posuvu registračního papíru zapisovače EZ-10 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

($v' = 0,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

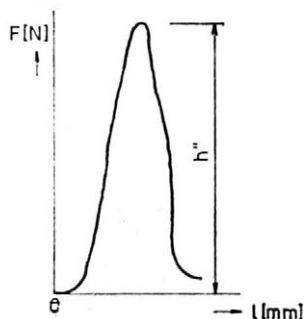
l' — hodnota ze záznamu zapisovače [m]

l — výšky zkušebního vzorku — válečku — před zatěžováním [m]

STANOVENÍ NAPĚTÍ VE SMYKU

Pro měření napětí ve smyku jsme odebírali zkušební vzorky ve tvaru válečků o průměru $d' = 25 \text{ mm}$ a výšce $h = 6 \text{ mm}$. Další pracovní postup byl tento: Do přístroje pro měření napětí

2. Diagram namáhání ve smyku — Diagram of shear stress



v tlaku se upne smyková hlava se zkoušeným vzorkem. Pohybový mechanismus vtlačuje do vzorku razidlo o průměru $d_1 = 15 \text{ mm}$ rychlostí $v = 3,26 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Smyková hlava se opírá o snímač velikosti síly namáhání vzorku ve smyku. Schéma záznamu smykového namáhání pořizovaného zapisovačem EZ-10 je na obr. 2, z něhož se odečítá hodnota (h'') [m].

Smykové napětí (τ_s) je pak určeno minimální silou potřebnou na překonání soudržnosti rostlinného pletiva zkušební vzorku:

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot S_1} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \quad [\text{Pa}] \quad (4)$$

kde: F — síla pro překonání soudržnosti obvodových pletiv vzorku [N]

$$F = h'' \cdot k \quad [\text{N}]$$

h'' — hodnota z grafického záznamu (obr. 2) [m]

k — cejchovní konstanta přístroje ($k = 0,629 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$)

d_1 — průměr zatěžujícího razidla [m]

STANOVENÍ PENETRAČNÍCH PEVNOSTÍ

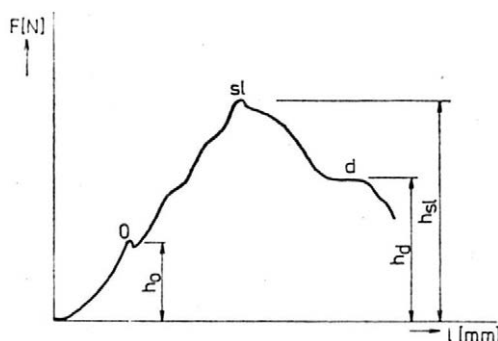
Penetrační pevnosti jsme měřili vždy před měřením pevnosti ve smyku. Každá polovina jablka byla v uvedeném přístroji zatěžována razidlem ve tvaru válce s mírně bombírovanou stykovou plochou. Válcová raznice o průměru $d = 7,9 \text{ mm}$ se pohybuje radiálně k povrchu vzorku rychlostí $3,26 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zapisovač EZ-10 pořídí charakteristický záznam, schématicky znázorněný na obr. 3. Z obr. 3 se odečítají hodnoty (h_o), (h_{sl}) a (h_d) pro výpočet jednotlivých pevností.

a) Penetrační pevnost na otlacení dužiny (p_{no}) se stanoví ze vztahu:

$$p_{no} = \frac{4 \cdot F_o}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot h_o \cdot k}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{Pa}] \quad (5)$$

b) Penetrační pevnost slupky (p_{ns}) se stanoví podle rovnice:

$$p_{ns} = \frac{4 \cdot F_{sl}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot h_{sl} \cdot k}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{Pa}] \quad (6)$$



3. Grafický záznam pro stanovení penetračních pevností — Graphical record for the determination of penetration strength

c) Penetrační pevnost dužiny (p_{nd}) je určena rovnicí:

$$p_{nd} = \frac{4 \cdot F_d}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot h_d \cdot k}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{Pa}] \quad (7)$$

kde: F_o — síla, která způsobí otláčení dužiny [N]

F_{st} — síla, která způsobí porušení slupky [N]

F_d — síla, která způsobí porušení dužiny [N]

Ostatní symboly byly objasněny dříve.

Napětí v tlaku, napětí ve smyku a penetrační pevnosti se v průběhu skladování mění a vyjadřují změnu kvality skladovaného produktu, v tomto případě jablek odrůd 'Jonathan' a 'Golden Delicious'. Experimentální měření a odběr zkušebních vzorků jsme uskutečnili v termickém skladu ovoce s řízenou atmosférou pořídku Agrofrukt Hodonice, okres Znojmo.

VÝSLEDKY

ANALÝZA KVALITATIVNÍCH VLASTNOSTÍ JABLEK

Kvalitativní vlastnosti skladovaných jablek byly hodnoceny na základě měření jejich mechanických vlastností a podle dynamiky změn těchto vlastností v době skladování. Mechanické vlastnosti jablek, tj. napětí v tlaku, smykové napětí a penetrační pevnosti, byly u odrůd 'Golden Delicious' a 'Jonathan' při skladování v komoře pouze chlazené a v komoře chlazené s řízenou atmosférou (ŘA) zkoušeny v sezónách 1983/84 a 1984/85. V první sezóně nebyly vzorky zkoumaných odrůd rozříděny do hmotnostních, resp. rozměrových skupin, ve druhé sezóně pak byly rozříděny do tří velikostních skupin. Způsob měření, použité přístroje a metody zpracování naměřených hodnot uvedli Groda aj. (1985), a proto zde již nejsou blíže popisovány. Pro další statistické zpracování všech opakovaných měření byly brány hodnoty celkových průměrů daných veličin (σ , τ_s , E) jednotlivých opakovaných měření.

Statistickým zpracováním byl stanoven průměr ($\bar{x}$), rozptyl (s_x^2), směrodatná odchylka (s_x) a variační koeficient (v_x) daných veličin (σ , τ_s , E). Tyto statistické charakteristiky napětí v tlaku (σ), smyku (τ_s) a modulu pružnosti (E) odrůdy 'Golden Delicious' jsou uvedeny v tab. I a pro odrůdu 'Jonathan' v tab. II. Obdobně byla zpracována měření mechanických vlastností jablek v sezóně 1984/85, kdy však byly měřeny tři skupiny vzorků různých velikostí jablek těchto odrůd skladovaných v komorách ŘA a v chlazených komorách (CH). Dále byly určeny stejné statistické charakteristiky ($\bar{x}$, s_x^2 , s_x , v_x) pro rozhodující veličiny mechanických vlastností, tj. σ , p_{ns} , p_{nd} . Velikostní skupiny (1, 2, 3) podle hmotnosti a rozměrů jablek, včetně směrodatné odchylky (s_x) a variačního rozpětí (v_x) těchto skupin uvádí tab. III. Podle tohoto třídění odpovídají skupiny 1 a 2 odrůdy 'Golden Delicious' výběrové jakostní třídě a skupina 3 první jakostní třídě. První dvě skupiny (1, 2) jsou podle hmotnosti značně nevyrovnané, o čemž svědčí vysoké hodnoty variačního rozpětí (v_x), které u této veličiny dosahují 22,02 % a 18,64 %. Co se týká rozměrů (šířky, výšky) jsou tyto skupiny (1, 2) podstatně vyrovnanější, se středním variačním rozpětím okolo 5,5 % pro skupinu 1 a 3,65 % pro skupinu 2. Také jakostní norma třídí jablka podle rozměrů. Třetí skupina této odrůdy je dobře vyrovnaná podle hmotnosti i rozměrů. Variační rozpětí všech parametrů se pohybuje od 4,6 % do 6,7 %.

Velikostní skupiny (1, 2, 3) odrůdy 'Jonathan' jsou podle hmotnosti podstatně vyrovnanější. Největší variační rozpětí této veličiny má první velikostní skupina. Proti téže velikostní skupině odrůdy 'Golden Delicious' je však o třetinu nižší (14,4 %). Skupiny 2 a 3 mají rozpětí variability asi poloviční. Variabilita rozměrů je u obou odrůd podobná.

Z takto zpracovaných a vyhodnocených měření plyne, že nejnižší variační rozpětí se vyskytuje u napětí v tlaku (σ). Dosahuje hodnot 4,61 až 16,9 % u odrůdy 'Golden

I. Statistické charakteristiky napětí v tlaku σ , modulu pružnosti E a smykového napětí τ odrůdy Golden Delicious — Statistical characteristics of crushing stress σ , modulus of elasticity E and shear stress τ for the Golden Delicious cultivar

Číslo měření	$\bar{x}$	$\bar{x}^2$	s_x^2	s_x	v_x (%)
σ					
I	0,435	0,1895	0,0011	0,0342	7,86
II	0,425	0,1806	0,0033	0,0574	13,51
III	0,408	0,1665	0,0037	0,0608	14,90
IV	0,370	0,1369	0,0032	0,0485	13,11
V	0,346	0,1197	0,0031	0,0428	12,36
VI	0,269	0,0724	0,0015	0,0124	4,61
E					
I	3,631	13,184	0,1474	0,3839	10,57
II	3,503	12,271	0,0917	0,3029	8,65
III	3,400	11,560	0,1959	0,4426	13,02
IV	3,393	11,512	0,3201	0,5657	16,67
V	3,063	9,382	0,1785	0,4225	13,79
VI	2,844	8,088	0,1173	0,3425	12,04
τ_s					
I	0,2400	0,0576	0,0012	0,0345	14,38
II	0,2116	0,0448	0,0020	0,0452	21,36
III	0,2120	0,0449	0,0017	0,0406	19,15
IV	0,1695	0,0287	0,0011	0,0336	19,82
V	0,1526	0,0233	0,0003	0,0167	10,94
VI	0,1324	0,0175	0,0003	0,0181	13,67

Delicious' (tab. I) a 7,08 až 14,8 % u odrůdy 'Jonathan' (tab. II). Z toho lze odvozovat, že pevnost v tlaku (σ) je nejvhodněji reprodukovatelnou veličinou mechanických vlastností jablek. Modul pružnosti (E) jablek má poněkud vyšší variabilitu než napětí v tlaku (σ). Podstatně vyšší variační rozpětí zjišťujeme u smykového napětí (τ_s). Fyzikální příčiny vysokého variačního rozpětí smykového napětí lze spatřovat v biologické podstatě zkoumané látky.

Dále byly veličiny mechanických vlastností jablek (σ , τ_s , p_{no} , p_{nd} , p_{ns} , E) podrobeny statistickému korelačnímu vyrovnání v závislosti na době skladování (τ), což lze vyjádřit blokovou závislostí:

$$(\sigma, \tau_s, E, p_{no}, p_{nd}, p_{ns}) = f(\tau) \quad (8)$$

Kromě těchto časových korelačních závislostí byly vyhodnocovány vzájemné korelační závislosti, které lze blokově vyjádřit takto:

$$(\tau_s, E, p_{no}, p_{ns}, p_{nd}) = f(\sigma) \quad (9)$$

$$(\sigma, E, p_{no}, p_{ns}, p_{nd}) = f(\tau_s) \quad (10)$$

II. Statistické charakteristiky napětí tlaku σ , modulu pružnosti E a smykového napětí τ odrůdy Jonathan — Statistical characteristics of crushing stress σ , modulus of elasticity E and shear stress τ for the Jonathan cultivar

Číslo měření	$\bar{x}$	$\bar{x}^2$	s_x^2	s_x	$v_r (\%)$
σ					
I	0,391	0,1529	0,0007	0,0277	7,08
II	0,363	0,1318	0,0017	0,0416	11,46
III	0,271	0,0734	0,0019	0,0402	14,80
IV	0,225	0,0506	0,0007	0,0258	11,47
V	0,208	0,0433	0,0003	0,0173	8,32
VI	0,206	0,0424	0,0017	0,0216	10,49
E					
I	3,399	11,553	0,1333	0,3651	10,74
II	3,341	11,162	0,1772	0,4221	12,63
III	3,232	10,446	0,3741	0,6116	18,90
IV	2,780	7,728	0,2750	0,5244	18,86
V	2,718	7,388	0,1272	0,3567	13,12
VI	2,427	5,890	0,2252	0,4746	19,55
τ_s					
I	0,2365	0,0559	0,0006	0,0252	10,65
II	0,2324	0,0540	0,0009	0,0301	12,95
III	0,1504	0,0226	0,0007	0,0265	17,62
IV	0,1424	0,0203	0,0003	0,0170	11,93
V	0,1347	0,0181	0,0006	0,0249	18,49
VI	0,1317	0,0173	0,0006	0,0239	18,14

$$(\sigma, \tau_s, p_{no}, p_{ns}, p_{nd}) = f(E) \quad (11)$$

$$(\sigma, \tau_s, p_{ns}, p_{nd}, E) = f(p_{no}) \quad (12)$$

$$(\sigma, \tau_s, p_{no}, p_{nd}, E) = f(p_{ns}) \quad (13)$$

$$(\sigma, \tau_s, p_{no}, p_{ns}, E) = f(p_{nd}) \quad (14)$$

V prvním přiblížení byly podle grafických průběhů těchto závislostí pro korelační vyrovnání naměřených hodnot těchto veličin vybrány exponenciální závislosti typu:

$$y = a \cdot b^x \quad (15)$$

a polynomická závislost do třetího řádu obecného vyjádření:

$$y = a_0 + a \cdot x + b \cdot x^2 + c \cdot x^3 \quad (16)$$

Těsnost shody těchto závislostí a úroveň jejich významnosti na hladinách $\alpha = 0,01$; $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,10$ byla provedena podle vypočtené a tabelární hodnoty F -kritéria.

III. Statistické charakteristiky velikostních skupin jablek — Statistical characteristics of the size groups of apples

Od- růda	Skupina velikosti	Veličina — rozměr	$\bar{x}$	s_x	v_x (%)
Golden Delicious	1	průměrná hmotnost skupiny (g)	68,98	15,190	22,021
		šířka/Ø max. ovality (mm)	71,60	4,037	5,638
		výška (mm)	69,40	3,781	5,448
	2	průměrná hmotnost skupiny (g)	41,42	7,720	18,638
		šířka/Ø max. ovality (mm)	65,40	2,408	3,682
		výška (mm)	63,60	2,302	3,619
	3	průměrná hmotnost skupiny (g)	31,96	1,760	5,506
		šířka/Ø max. ovality (mm)	57,00	2,646	4,642
		výška (mm)	58,80	3,962	6,738
Jonathan	1	průměrná hmotnost skupiny (g)	41,23	5,945	14,419
		šířka (mm)	66,10	2,132	3,225
		výška (mm)	61,50	2,549	4,145
	2	průměrná hmotnost skupiny (g)	34,03	3,718	10,926
		šířka (mm)	63,30	2,496	3,943
		výška (mm)	56,60	1,832	3,237
	3	průměrná hmotnost skupiny (g)	30,81	0,724	2,350
		šířka (mm)	58,00	2,000	3,448
		výška (mm)	52,40	2,225	4,246

Numerické tvary těchto korelačních závislostí, vyhodnocené pro sezónu sledování 1983/84 a pro obě odrůdy v ŘA, jsou uvedeny v tab. IV a V. U každé rovnice je uvedena úroveň dosažené významnosti — průkaznosti a současně podle F_{vyp} a F_{tab} bylo rozhodnuto, která z použitých korelací (exponenciální, polynomičká) těsněji popisuje hodnoty naměřených veličin. Těsnější korelace je označena L . Nebyla-li nalezena závislost ani na úrovni 90% významnosti, je příslušná rovnice označena N .

Z testování shody a významnosti všech určujících závislostí podle blokových funkcí (rovnice 8—14) za sezónu 1983/84 vyplývá, že rozhodující počet těchto závislostí odpovídá u obou odrůd exponenciálnímu průběhu (tab. IV, V — číslo rovnice [Č. R.] 1—36). U odrůdy 'Golden Delicious' (tab. IV) toto tvrzení platí jednoznačně pro všechny vyhodnocované závislosti. Převážná většina z těchto 36 určujících závislostí této odrůdy dosahuje nejvyšší možné statistické významnosti — průkaznosti (99%), blíží se funkční závislosti. Pouze čtyři závislosti dosahují průkaznosti 95% a jedna 90%. Rovněž u odrůdy 'Jonathan' (tab. V) je situace podobná. Zde sice dochází u sedmi závislostí (Č. R. 8, 11, 13, 15, 22, 25, 29) k těsnější shodě s polynomičskou závislostí druhého řádu, ale i v těchto případech jsou průkazné exponenciální závislosti, a to buď na stejné úrovni průkaznosti — 99% (Č. R. 11, 15, 25), nebo na úrovni 95% (Č. R. 8, 13, 22, 29). Průběhy polynomičké a exponenciální závislosti těchto případů (Č. R. 8, 11, 13, 15, 22, 25, 29) jsou velmi blízké — shodné. Proto lze přijmout závěr, že mechanické vlastnosti (σ , τ_{85} , p_{n05} , p_{n05} , p_{n05}) dlouhodobě skladovaných jablek jsou těsněji popisovány exponenciál-

IV. Závislost mechanických veličin odrůdy Golden Delicious v sezóně 1983/1984 —
The relations of the mechanical quantities of the Golden Delicious cultivar in the
1983—1984 season

Způsob skladování: v komoře s řízenou atmosférou

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rov- nice	F_{exp}	F_{tab} $\alpha = 0,01$	F_{tab} $\alpha = 0,05$	Těs- nost shody
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,466 \cdot 0,998^{\tau}$	1	29,68	21,20		L
τ (d)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,255 \cdot 0,997^{\tau}$	2	54,68	21,20		L
τ (d)	E (MPa)	$E = 0,371 \cdot 0,999^{\tau}$	3	25,35	21,20		L
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,058 \cdot 0,998^{\tau}$	4	21,56	21,20		L
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,815 \cdot 0,997^{\tau}$	5	33,38	21,20		L
τ (d)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,455 \cdot 0,997^{\tau}$	6	22,32	21,20		L
σ (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,038 \cdot 62,589^{\sigma}$	7	119,70	21,20		L
σ (MPa)	E (MPa)	$E = 1,758 \cdot 5,217^{\sigma}$	8	55,74	21,20		L
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,370 \cdot 9,935^{\sigma}$	9	51,58	21,20		L
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,110 \cdot 76,483^{\sigma}$	10	42,70	21,20		L
σ (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,059 \cdot 83,622^{\sigma}$	11	23,92	21,20		L
τ_s (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,197 \cdot 32,141^{\tau_s}$	12	43,90	21,20		L
τ_s (MPa)	E (MPa)	$E = 2,234 \cdot 7,974^{\tau_s}$	13	23,91	21,20		L
τ_s (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,501 \cdot 20,977^{\tau_s}$	14	72,55	21,20		L
τ_s (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,197 \cdot 302,98^{\tau_s}$	15	47,51	21,20		L
τ_s (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,106 \cdot 357,41^{\tau_s}$	16	28,90	21,20		L
E (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,075 \cdot 1,628^E$	17	57,80	21,20		L
E (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,017 \cdot 2,068^E$	18	33,27	21,20		L
E (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,232 \cdot 1,498^E$	19	25,87	21,20		L
E (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,039 \cdot 2,259^E$	20	136,00	21,20		L
E (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,028 \cdot 2,078^E$	21	9,52		7,71	L
p_{ns} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,122 \cdot 3,544^{p_{ns}}$	22	37,12	21,20		L
p_{ns} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,031 \cdot 7,322^{p_{ns}}$	23	111,26	21,20		L
p_{ns} (MPa)	E (MPa)	$E = 1,678 \cdot 2,133^{p_{ns}}$	24	21,82	21,20		L
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,090 \cdot 8,048^{p_{ns}}$	25	40,67	21,20		L
p_{ns} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,046 \cdot 8,769^{p_{ns}}$	26	31,66	21,20		L
p_{nd} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,207 \cdot 2,770^{p_{nd}}$	27	28,65	21,20		L
p_{nd} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,071 \cdot 4,968^{p_{nd}}$	28	60,66	21,20		L
p_{nd} (MPa)	E (MPa)	$E = 2,246 \cdot 1,917^{p_{nd}}$	29	57,16	21,20		L
p_{nd} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,524 \cdot 2,437^{p_{nd}}$	30	36,85	21,20		L
p_{nd} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,123 \cdot 5,001^{p_{nd}}$	31	10,90		7,71	L
p_{no} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,224 \cdot 4,943^{p_{no}}$	32	15,57		7,71	L
p_{no} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,081 \cdot 12,303^{p_{no}}$	33	22,27	21,20		L
p_{no} (MPa)	E (MPa)	$E = 2,453 \cdot 2,470^{p_{no}}$	34	7,94		7,71	L
p_{no} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,556 \cdot 4,145^{p_{no}}$	35	22,13	11,20		L
p_{no} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,258 \cdot 11,673^{p_{no}}$	36	9,26		7,71	L

1. pokrač. tab. IV

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Polynomičká regrese $y = a_0 + a_1x + bx^2 + cx^3$	Číslo rov- nice	F_{exp}	F_{tab} $\alpha = 0,01$	F_{tab} $\alpha = 0,05$
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,436 - 0,117^{-3}\tau - 0,161^{-5}\tau^2 - 0,825^{-8}\tau^2$	1	71,82		19,16
τ (d)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,240 - 0,336^{-3}\tau - 0,120^{-5}\tau^2$	2	32,87	30,82	
τ (d)	E (MPa)	$E = 3,662 - 0,487^{-2}\tau + 0,464^{-4}\tau^2 - 0,229^{-6}\tau^3$	3	32,28		19,16
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,977 + 0,173^{-2}\tau - 0,284^{-4}\tau^2 + 0,670^{-7}\tau^3$	4	8,76		
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,785 - 0,303^{-2}\tau + 0,223^{-4}\tau^2 - 0,903^{-7}\tau^3$	5	12,15		
τ (d)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,375 + 0,335^{-2}\tau - 0,530^{-4}\tau^2 + 0,167^{-6}\tau^3$	6	24,94		19,16
σ (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,365 - 1,818\sigma + 3,489\sigma^2$	7	60,21	30,82	
σ (MPa)	E (MPa)	$E = 0,430 + 10,094\sigma - 6,542\sigma^2$	8	21,66		9,55
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,908 - 2,319\sigma + 5,880\sigma^2$	9	21,09		9,55
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 2,139 - 15,563\sigma + 42,189\sigma^2 - 31,792\sigma^3$	10	6,85		
σ (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 12,160 - 98,437\sigma + 265,171\sigma^2 - 232,082\sigma^3$	11	20,99		19,16
τ_s (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,184 + 4,926\tau_s - 9,827\tau_s^2$	12	100,62	30,82	
τ_s (MPa)	E (MPa)	$E = 8,450 + 172,398\tau_s - 846,268\tau_s^2 + 1406,059\tau_s^3$	13	11,04		
τ_s (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 2,288 - 31,560\tau_s + 200,690\tau_s^2 - 381,710\tau_s^3$	14	44,23		19,16
τ_s (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 2,894 + 50,813\tau_s - 255,911\tau_s^2 + 448,986\tau_s^3$	15	12,22		
τ_s (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 3,761 - 62,108\tau_s + 352,405\tau_s^2 - 633,387\tau_s^3$	16	9,92		
E (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,325 + 0,253E - 0,120E^2$	17	20,93		9,55
E (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,967 - 0,626E + 0,117E^2$	18	13,62		9,55
E (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,796 - 0,313E + 0,103E^2$	19	8,71		
E (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 2,887 - 1,918E + 0,367E^2$	20	58,13	30,82	
E (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 2,219 - 1,431E + 0,258E^2$	21	3,76		
p_{ns} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -1,019 + 2,746p_{ns} - 1,303p_{ns}$	22	24,07		9,55

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Polynommická regrese $y = a_0 + a_1x + bx^2 + cx^3$	Číslo rov- nice	$F_{\text{výp}}$	F_{tab} $\alpha = 0,01$	F_{tab} $\alpha = 0,05$
p_{ns} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,200 - 0,409 p_{ns} + 0,438 p_{ns}^2$	23	33,16	30,82	
p_{ns} (MPa)	E (MPa)	$E = -9,445 + 26,918 p_{ns} - 13,967 p_{ns}^2$	24	20,61		9,55
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = -1,902 + 4,532 p_{ns} - 1,942 p_{ns}^2$	25	14,26		9,55
p_{ns} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,909 - 2,077 p_{ns} + 1,577 p_{ns}^2$	26	9,89		9,55
p_{nd} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,194 + 1,027 p_{nd} - 0,566 p_{nd}^2$	27	16,96		9,55
p_{nd} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,047 + 0,179 p_{nd} + 0,965 p_{nd}^2$	28	22,79		9,55
p_{nd} (MPa)	E (MPa)	$E = 0,974 + 6,073 p_{nd} - 3,433 p_{nd}^2$	29	65,64	30,82	
p_{nd} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,123 + 1,904 p_{nd} - 0,977 p_{nd}^2$	30	16,19		9,55
p_{nd} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 5,010 - 25,968 p_{nd} + 45,459 p_{nd}^2 - 25,339 p_{nd}^3$	31	2,12		
p_{no} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -3,589 + 33,871 p_{no} - 94,474 p_{no}^2 + 87,068 p_{no}^3$	32	9,42		
p_{no} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = -0,402 + 3,272 p_{no} - 4,265 p_{no}^2$	33	25,35		9,55
p_{no} (MPa)	E (MPa)	$E = -26,754 + 261,139 p_{no} - 738,696 p_{no}^2 + 686,558 p_{no}^3$	34	3,67		
p_{no} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = -0,937 + 10,338 p_{no} - 13,774 p_{no}^2$	35	102,23	30,82	
p_{no} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = -1,652 + 12,834 p_{no} - 17,353 p_{no}^2$	36	7,77		

ní závislosti obecného tvaru podle rovnice (15), kde parametry a , b této závislosti uvádějí přímo numerické tvary určujících rovnic (Č. R. 1–36) pro každou odrůdu. Z časových závislostí mechanických vlastností (Č. R. 1–6) obou odrůd plyne, že jsou popsány exponenciálním průběhem (tab. IV, V). Je nutné si uvědomit, že jsou to závislosti exponenciálně klesající z počátečních hodnot mechanických vlastností (σ , τ_s , E , p_{no} , p_{nd} , p_{ns}), zjištěných na začátku skladování. Klesající průběh těchto exponenciálních závislostí určuje parametr b , tj. základ exponenciálního členu, který je ve všech případech menší než jedna. Hodnoty parametru a rovnice (15) určují počáteční vlastnosti jablek. Ze srovnání numerických hodnot parametru a plyne, že u odrůdy 'Golden Delicious' jsou vyšší, stejně jako numerické hodnoty parametru b . Z toho plyne, že tato odrůda je vhodná pro dlouhodobější skladování až do jarních, event. letních měsíců. Rovněž intenzita degradace mechanických vlastností je vlivem vyšších hodnot parametru b nižší, protože strmost poklesu časových závislostí je uvedeným vlivem nižší. Lze tedy vyslovit závěr, že právě tyto mechanické vlastnosti jablek (σ , τ_s , E , p_{no} , p_{nd} , p_{ns}) jsou fyzikálními veli-

Způsob skladování: v komoře s řízenou atmosférou

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rov- nice	F_{vyp}	F_{lab} $\alpha = 0,01$	F_{lab} $\alpha = 0,05$	Těs- nost shody
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,407 \cdot 0,996^\tau$	1	64,41	21,20		L
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,244 \cdot 0,996^\tau$	2	25,49	21,20		L
τ (d)	E (MPa)	$E = 3,606 \cdot 0,998^\tau$	3	36,80	21,20		L
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,965 \cdot 0,998^\tau$	4	9,14		7,71	L
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,807 \cdot 0,996^\tau$	5	35,67	21,20		L
τ (d)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,302 \cdot 0,996^\tau$	6	14,77		7,71	L
σ (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,067 \cdot 26,514^\sigma$	7	131,03	21,20		L
σ (MPa)	E (MPa)	$E = 1,963 \cdot 4,418^\sigma$	8	15,175		7,71	L
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,455 \cdot 6,893^\sigma$	9	21,37	21,20		L
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,183 \cdot 42,660^\sigma$	10	175,79	21,20		L
σ (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,062 \cdot 58,667^\sigma$	11	59,90	21,20		L
τ_s (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,103 \cdot 265,100^{\tau_s}$	12	63,83	21,20		L
τ_s (MPa)	E (MPa)	$E = 2,011 \cdot 9,568^{\tau_s}$	13	8,12		7,71	L
τ_s (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,438 \cdot 28,178^{\tau_s}$	14	47,869	21,20		L
τ_s (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,179 \cdot 484,19^{\tau_s}$	15	138,33	21,20		L
τ_s (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,059 \cdot 922,09^{\tau_s}$	16	111,11	21,20		L
E (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,037 \cdot 1,939^E$	17	24,54	21,20		L
E (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,029 \cdot 1,789^E$	18	10,66		7,71	L
E (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,277 \cdot 1,412^E$	19	7,09			L
E (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,063 \cdot 2,030^E$	20	19,03		7,71	L
E (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,024 \cdot 1,997^E$	21	7,22			L
p_{ns} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,066 \cdot 5,961^{p_{ns}}$	22	16,68		7,71	L
p_{ns} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,040 \cdot 6,093^{p_{ns}}$	23	38,08	21,20		L
p_{ns} (MPa)	E (MPa)	$E = 1,666 \cdot 2,079^{p_{ns}}$	24	5,74			L
p_{ns} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{nd} = 0,102 \cdot 7,852^{p_{ns}}$	25	37,82	21,20		L
p_{ns} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,034 \cdot 8,984^{p_{ns}}$	26	20,40		7,71	L
p_{nd} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,113 \cdot 4,935^{p_{nd}}$	27	109,52	21,20		L
p_{nd} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,072 \cdot 4,698^{p_{nd}}$	28	498,36	21,20		L
p_{nd} (MPa)	E (MPa)	$E = 2,059 \cdot 1,965^{p_{nd}}$	29	12,07		7,71	L
p_{nd} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,465 \cdot 2,593^{p_{nd}}$	30	64,93	21,20		L
p_{nd} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,068 \cdot 6,782^{p_{nd}}$	31	66,03	21,20		L
p_{no} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 0,130 \cdot 37,030^{p_{no}}$	32	34,31	21,20		L
p_{no} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,081 \cdot 35,118^{p_{no}}$	33	79,20	21,20		L
p_{no} (MPa)	E (MPa)	$E = 2,234 \cdot 4,093^{p_{no}}$	34	5,82			L
p_{no} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,509 \cdot 8,174^{p_{no}}$	35	19,56		7,71	L
p_{no} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,234 \cdot 52,675^{p_{no}}$	36	39,34	21,20		L

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Polynommická regrese $y = a_0 + a_1x + bx^2 + cx^3$	Číslo rov- nice	F_{vyp}	F_{tab} $a =$ 0,01	F_{tab} $a =$ 0,05	Těs- nost shody
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,394 + 0,515^{-4} \tau -$ $- 0,214^{-4} \tau^2 + 0,840^{-7} \tau^3$	1	91,57		19,16	
τ (d)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,242 - 0,336^{-6} \tau -$ $- 0,133^{-4} \tau^2 + 0,544^{-7} \tau^3$	2	9,74			
τ (d)	E (MPa)	$E = 3,371 + 0,383^{-2} \tau -$ $- 0,865^{-4} \tau^2 + 0,217^{-6} \tau^3$	3	16,15			
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,894 + 0,459^{-2} \tau -$ $- 0,864^{-4} \tau^2 + 0,299^{-6} \tau^3$	4	2,78			
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,756 + 0,177^{-2} \tau -$ $- 0,638^{-4} \tau^2 + 0,235^{-6} \tau^3$	5	11,69			
τ (d)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,332 - 0,135^{-2} \tau -$ $- 0,701^{-5} \tau^2 + 0,488^{-7} \tau^3$	6	13,75			
σ (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,158 - 0,498 \sigma +$ $+ 1,841 \sigma^2$	7	60,55	30,82		
σ (MPa)	E (MPa)	$E = -1,912 + 30,989 \sigma -$ $- 44,846 \sigma^2$	8	24,51		9,55	L
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 9,011 - 91,951 \sigma +$ $+ 327,673 \sigma^2 - 372,529 \sigma^3$	9	4,24			
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,004 + 1,740 \sigma +$ $+ 0,628 \sigma^2$	10	53,44	30,82		
σ (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,439 - 2,612 \sigma +$ $+ 5,895 \sigma^2$	11	237,75	30,82		L
τ_s (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,574 + 8,198 \tau_s -$ $- 17,646 \tau_s^2$	12	65,29	30,82		
τ_s (MPa)	E (MPa)	$E = -9,476 + 136,417 \tau_s -$ $- 347,909 \tau_s^2$	13	28,22		9,55	L
τ_s (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = -0,037 + 6,778 \tau_s -$ $- 10,800 \tau_s^2$	14	14,51		9,55	
τ_s (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = -1,017 + 14,439 \tau_s -$ $- 29,305 \tau_s^2$	15	340,49	30,82		L
τ_s (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 0,468 - 4,494 \tau_s +$ $+ 16,020 \tau_s^2$	16	62,74	30,82		
E (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = 2,293 - 1,587 E +$ $+ 0,301 E^2$	17	23,87		9,55	
E (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 1,531 - 1,048 E +$ $+ 0,195 E^2$	18	7,69			
E (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 3,965 - 2,490 E +$ $+ 0,470 E^2$	19	3,63			
E (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 4,538 - 3,169 E +$ $+ 0,604 E^2$	20	11,33		9,55	
E (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = -36,575 + 39,798 E -$ $- 14,266 E^2 + 1,692 E^3$	21	4,34			
p_{ns} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -2,106 + 5,341 p_{ns} -$ $- 2,861 p_{ns}^2$	22	27,53		9,55	L
p_{ns} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = -0,937 + 2,404 p_{ns} -$ $- 1,230 p_{ns}^2$	23	50,59	30,82		

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Polynomičká regrese $y = a_0 + a_1x + bx^2 + cx^3$	Číslo rov- nice	F_{vyv}	F_{tab} $\alpha =$ 0,01	F_{tab} $\alpha =$ 0,05	Těs- nost shody
p_{ns} (MPa)	E (MPa)	$E = -10,185 + 30,146 p_{ns} - 16,581 p_{ns}^2$	24	5,87			
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = -3,224 + 8,103 p_{ns} - 4,107 p_{ns}^2$	25	87,22	30,82		L
p_{ns} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = -2,025 + 5,001 p_{ns} - 2,688 p_{ns}^2$	26	25,51		9,55	
p_{nd} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,160 + 1,165 p_{nd} - 0,603 p_{nd}^2$	27	69,38	30,82		
p_{nd} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,140 - 0,163 p_{nd} + 0,380 p_{nd}^2$	28	223,87	30,82		
p_{nd} (MPa)	E (MPa)	$E = -3,454 + 21,954 p_{nd} - 17,076 p_{nd}^2$	29	2035,80	30,82		L
p_{nd} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,952 - 1,406 p_{nd} + 1,877 p_{nd}^2$	30	25,74		9,55	
p_{nd} (MPa)	p_{no} (MPa)	$p_{no} = 2,749 - 15,354 p_{nd} + 28,984 p_{nd}^2 - 17,151 p_{nd}^3$	31	27,07		19,16	
p_{no} (MPa)	σ (MPa)	$\sigma = -0,067 + 2,362 p_{no} - 2,877 p_{no}^2$	32	22,83		9,55	
p_{no} (MPa)	τ_s (MPa)	$\tau_s = 0,564 - 7,044 p_{no} + 36,252 p_{no}^2 - 54,590 p_{no}^3$	33	30,66		19,16	
p_{no} (MPa)	E (MPa)	$E = -4,033 + 82,964 p_{no} - 309,388 p_{no}^2 + 383,523 p_{no}^3$	34	1,40			
p_{no} (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 2,591 - 32,843 p_{no} + 177,515 p_{no}^2 - 286,707 p_{no}^3$	35	46,21		19,16	
p_{no} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 1,094 - 14,585 p_{no} + 89,404 p_{no}^2 - 147,881 p_{no}^3$	36	19,98		19,16	

Pozn.:

V rovnicích 1–6 polynomičských závislostí není u záporných exponentů parametrů a , b , c uveden základ, tj. 10

činami, na jejichž základě by měly být objektivně hodnoceny kvalitativní vlastnosti jablek, kromě senzorických a dalších vlastností, podle nichž se kvalita jablek (ovoce) dosud posuzuje. Senzorické posuzování kvality jablek není vyhovující pro výhledové řízení technologického procesu dlouhodobého skladování ovoce řídicím počítačem v reálném čase. Další významnou skutečností řešené problematiky je, že existují průkazné závislosti mezi jednotlivými mechanickými vlastnostmi jablek, definované obecnými blokovými funkcemi podle rovnic (9) – (14). Algoritmizací definičních rovnic bude možné sestavit objektivní rozhodovací podklady pro procesní řízení této soustavy. Vysoká průkaznost těchto vztahů tento závěr plně opodstatňuje. Bude však nutné vybrat mechanickou veličinu (σ , τ_s , E , p_{no} , p_{nd} , p_{ns}), která by byla vhodnou řídicí – rozhodovací veličinou. Tato veličina však musí splňovat mnoho podmínek. Mezi hlavní podmínky patří její vysoká fyzikální průkaznost a reprodukovatelnost. Dále by tato veličina měla být jednoduše, nejlépe kontinuálně a bezkontaktně měřitelná. První podmínku – vlast-

nost — nejlépe splňuje napětí v tlaku (σ), jak bylo ukázáno dříve. Splnění druhé podmínky u této veličiny (σ) by však bylo zřejmě obtížné.

Změny mechanických vlastností jablek skladovaných v ŘA souvisí výhradně s fyziologickými pochody, tj. s respirací jablek a výparem nevázané vlhkosti (vody) jablek. Při skladování v neřízené atmosféře přistupuje menší podíl patologických změn. Všechny tyto děje se souhrnně projeví úbytkem hmotnosti skladovaných jablek, tzv. ztrát (z) (%). Dále bude dokázáno, že i tyto ztráty lze popsat průkaznými závislostmi v průběhu doby skladování (τ) [h]. Lze-li tuto závislost $z = f(\tau)$ uvést do souvislosti s časovými a vzájemnými závislostmi mechanických vlastností jablek, bude možné využívat právě této veličiny (z) jako veličiny řídící. Tato veličina splňuje dříve uvedené podmínky, tj. fyzikální průkaznost a reprodukovatelnost měření i možnost kontinuálního měření v průběhu celé doby skladování, a to i ve skladech (komorách) s ŘA. Touto cestou lze nepřímou prostřednictvím vzájemných závislostí určovat okamžité hodnoty mechanických veličin v průběhu skladování, a tak posuzovat změny kvality skladovaných jablek (popř. ovoce).

Na základě předešlých poznatků, které vyplynuly z hodnocení sezóny skladování jablek 1983/84, bylo zkoumání mechanických veličin jablek v další sezóně — 1984/85 — upřesněno. Protože se z vyhodnocení sezóny 1983/84 ukázalo, že nejpřesněji měřitelnou a reprodukovatelnou veličinou je napětí v tlaku (σ), přičemž s ostatními veličinami (τ_s , p_{no} , p_{nd} , p_{ns}) existují průkazné vzájemné vztahy exponenciálního typu, byla pro sezónu 1984/85 vzata za základ měření právě tato veličina. Doplnkově se měřily penetrační pevnosti (p_{ns} , p_{nd}). K měření se použily vzorky tří velikostních skupin (1, 2, 3). Zkoumání mechanických vlastností v této sezóně bylo u obou odrůd rozšířeno na dva způsoby skladování, tj. v komorách s ŘA a v komorách termicky řízených (chlazených) bez ŘA.

Z opakovaných měření mechanických vlastností jablek za sezónu 1984/85 byly stejným způsobem jako v předešlé sezóně stanoveny korelační závislosti, stanovována jejich shoda s exponenciální a polynomičnou závislostí do třetího řádu. Tyto postupy již byly detailněji rozvedeny. Protože i v další sezóně byly základní tendence shodné, jsou dále uvedeny časové i vzájemné závislosti mechanických veličin měřených v této sezóně a vykazující těsnější shodu s testovanými závislostmi. Protože těsnější shodu vykazují exponenciální průběhy, jsou dále uvedeny jen tyto exponenciální závislosti. Současně byly stanoveny vzájemné závislosti mezi veličinami (σ , p_{ns} , p_{nd}) a ztrátami (z). Tyto vzájemné závislosti jsou na rozdíl od časových závislostí ztrát (z) rovněž exponenciální a jsou v této souvislosti uvedeny. Časové závislosti ztrát $z = f(\tau)$ obou sezón skladování budou analyzovány dále. Určující numerické tvary časových a vzájemných závislostí mechanických vlastností jablek odrůdy 'Golden Delicious' a 'Jonathan', skladované v ŘA i bez ŘA, jsou přehledně uvedeny v tab. VI—IX. Odrůda, způsob skladování a sezóna je vždy označena v záhlaví tabulky.

Závěry vyplývající z numerických tvarů časových závislostí mechanických vlastností jablek odrůdy 'Golden Delicious' v sezóně 1984/85 (tab. VI a VII) korespondují s těmiž závěry za sezónu 1983/84. To znamená, že určující vztahy těchto závislostí jsou exponenciální, klesající s rostoucí dobou skladování (τ). Méně výrazně se projevuje vliv rozdílného způsobu skladování (v ŘA, bez ŘA) na průběh časových závislostí, pokud je hodnotíme podle srovnatelných velikostních skupin (Č. R. 1—3, 5—7, 9—11). Při tomto hodnocení je nutné vycházet z hodnot parametru b , neboť ten určuje strmost průběhu, tj. gradient změny dané veličiny (σ , p_{ns} , p_{nd}). Rozdílnost parametru a v týchž případech vyjadřuje variabilitu počátečních hodnot týchž parametrů (σ , p_{ns} , p_{nd}). Jednoznačnější rozdíly téhož vlivu jsou patrné, jsou-li tyto závislosti hodnoceny podle rovnic průměru ($G \varnothing$) (Č. R. 4, 8, 12). Rovnice průměru byly vyhodnoceny statistickým zpracováním všech měření dané veličiny všech tří velikostních skupin vzorku.

VI. Závislost mechanických veličin odrůdy Golden Delicious skladované v komoře s řízenou atmosférou v sezóně 1984/1985 — The relations of the mechanical quantities of the Golden Delicious cultivar stored in a box with controlled atmosphere in the 1984—1985 season

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rovnice	Skupina
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,459 \cdot 0,997^\tau$	1	G1
		$\sigma = 0,347 \cdot 0,998^\tau$	2	G2
		$\sigma = 0,300 \cdot 0,999^\tau$	3	G3
		$\sigma = 0,362 \cdot 0,998^\tau$	4	Ø G
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,764 \cdot 0,994^\tau$	5	G1
		$p_{ns} = 2,034 \cdot 0,993^\tau$	6	G2
		$p_{ns} = 1,501 \cdot 0,995^\tau$	7	G3
		$p_{ns} = 1,655 \cdot 0,995^\tau$	8	Ø G
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 1,006 \cdot 0,996^\tau$	9	G1
		$p_{nd} = 0,896 \cdot 0,996^\tau$	10	G2
		$p_{nd} = 0,617 \cdot 0,999^\tau$	11	G3
		$p_{nd} = 0,828 \cdot 0,997^\tau$	12	Ø G
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,185 \cdot 153,1^\sigma$	13	G1
		$p_{ns} = 0,118 \cdot 858,5^\sigma$	14	G2
		$p_{ns} = 0,214 \cdot 212,27^\sigma$	15	G3
		$p_{ns} = 0,123 \cdot 868,8^\sigma$	16	Ø G
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,174 \cdot 56,004^\sigma$	17	G1
		$p_{nd} = 0,778 \cdot 65,739^\sigma$	18	G2
		$p_{nd} = 0,213 \cdot 40,653^\sigma$	19	G3
		$p_{nd} = 0,138 \cdot 148,6^\sigma$	20	Ø G
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,263 \cdot 2,484^{p_{ns}}$	21	G1
		$p_{nd} = 0,274 \cdot 2,160^{p_{ns}}$	22	G2
		$p_{nd} = 0,461 \cdot 1,279^{p_{ns}}$	23	G3
		$p_{nd} = 0,321 \cdot 1,925^{p_{ns}}$	24	Ø G
σ (MPa)	z (‰)	$z = 37,741 \cdot (0,142 \cdot 10^{-3})^\sigma$	25	G1
		$z = 181,83 \cdot (0,177 \cdot 10^{-6})^\sigma$	26	G2
		$z = 90,1 \cdot (0,341 \cdot 10^{-6})^\sigma$	27	G3
		$z = 185,07 \cdot (0,235 \cdot 10^{-6})^\sigma$	28	Ø G
p_{ns} (MPa)	z (‰)	$z = 14,735 \cdot 0,144^{p_{ns}}$	29	G1
		$z = 11,578 \cdot 0,185^{p_{ns}}$	30	G2
		$z = 14,008 \cdot 0,116^{p_{ns}}$	31	G3
		$z = 9,278 \cdot 0,215^{p_{ns}}$	32	Ø G
p_{nd} (MPa)	z (‰)	$z = 14,827 \cdot 0,0508^{p_{nd}}$	33	G1
		$z = 12,925 \cdot 0,0518^{p_{nd}}$	34	G2
		$z = 14,806 \cdot 0,0274^{p_{nd}}$	35	G3
		$z = 19,534 \cdot 0,0251^{p_{nd}}$	36	Ø G
z (‰)	σ (MPa)	$\sigma = 0,354 \cdot 0,921^z$	37	Ø G
z (‰)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,543 \cdot 0,805^z$	38	Ø G
z (‰)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,922 \cdot 0,827^z$	39	Ø G

VII. Závislost mechanických veličin odrůdy Golden Delicious skladované v koře bez řízení atmosféry v sezóně 1984/1985 — The relations of the mechanical quantities of the Golden Delicious cultivar stored in a box without controlled atmosphere in the 1984—1985 season

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rovnice	Skupina
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,328 \cdot 0,998^\tau$	1	G1
		$\sigma = 0,296 \cdot 0,996^\tau$	2	G2
		$\sigma = 0,219 \cdot 1,000^\tau$	3	G3
		$\sigma = 0,291 \cdot 0,998^\tau$	4	Ø G
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,730 \cdot 0,992^\tau$	5	G1
		$p_{ns} = 1,232 \cdot 0,995^\tau$	6	G2
		$p_{ns} = 1,227 \cdot 0,994^\tau$	7	G3
		$p_{ns} = 1,409 \cdot 0,994^\tau$	8	Ø G
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,716 \cdot 0,997^\tau$	9	G1
		$p_{nd} = 0,636 \cdot 0,996^\tau$	10	G2
		$p_{nd} = 0,465 \cdot 1,000^\tau$	11	G3
		$p_{nd} = 0,686 \cdot 0,996^\tau$	12	Ø G
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,123 \cdot 999,98^\sigma$	13	G1
		$p_{ns} = 0,209 \cdot 414,2^\sigma$	14	G2
		$p_{ns} = 0,317 \cdot 0,185^\sigma$	15	G3
		$p_{ns} = 0,204 \cdot 414,9^\sigma$	16	Ø G
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,0851 \cdot 782,19^\sigma$	17	G1
		$p_{nd} = 0,114 \cdot 531,04^\sigma$	18	G2
		$p_{nd} = 0,0129 \cdot 318,0^\sigma$	19	G3
		$p_{nd} = 0,0944 \cdot 530,6^\sigma$	20	Ø G
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,238 \cdot 2,528^{p_{ns}}$	21	G1
		$p_{nd} = 0,164 \cdot 3,481^{p_{ns}}$	22	G2
		$p_{nd} = 0,353 \cdot 1,435^{p_{ns}}$	23	G3
		$p_{nd} = 0,241 \cdot 2,379^{p_{ns}}$	24	Ø G
σ (MPa)	z (‰)	$z = 18,841 \cdot (0,419 \cdot 10^{-3})^\sigma$	25	G1
		$z = 93,096 \cdot (0,194 \cdot 10^{-7})^\sigma$	26	G2
		$z = 499,09 \cdot (0,511 \cdot 10^{-11})^\sigma$	27	G3
		$z = 190,38 \cdot (0,407 \cdot 10^{-8})^\sigma$	28	Ø G
p_{ns} (MPa)	z (‰)	$z = 12,274 \cdot 0,127^{p_{ns}}$	29	G1
		$z = 33,334 \cdot 0,0288^{p_{ns}}$	30	G2
		$z = 3,897 \cdot 0,376^{p_{ns}}$	31	G3
		$z = 19,678 \cdot 0,061^{p_{ns}}$	32	Ø G
p_{nd} (MPa)	z (‰)	$z = 5,765 \cdot 0,186^{p_{nd}}$	33	G1
		$z = 17,364 \cdot (0,962 \cdot 10^{-2})^{p_{nd}}$	34	G2
		$z = 4,388 \cdot 0,167^{p_{nd}}$	35	G3
		$z = 36,202 \cdot (0,318 \cdot 10^{-2})^{p_{nd}}$	36	Ø G
z (‰)	σ (MPa)	$\sigma = 0,268 \cdot 0,939^z$	37	Ø G
z (‰)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,097 \cdot 0,865^z$	38	Ø G
z (‰)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,604 \cdot 0,910^z$	39	Ø G

VIII. Závislost mechanických veličin odrůdy Jonathan skladované v komoře s řízenou atmosférou v sezóně 1984/1985 — The relations of the mechanical quantities of the Jonathan cultivar stored in a box with controlled atmosphere in the 1984—1985 season

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rovnice	Skupina
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,233 \cdot 0,998^\tau$	1	J1
		$\sigma = 0,220 \cdot 0,998^\tau$	2	J2
		$\sigma = 0,172 \cdot 1,000^\tau$	3	J3
		$\sigma = 0,217 \cdot 0,998^\tau$	4	Ø J
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,1188 \cdot 0,995^\tau$	5	J1
		$p_{ns} = 1,229 \cdot 0,994^\tau$	6	J2
		$p_{ns} = 0,612 \cdot 1,002^\tau$	7	J3
		$p_{ns} = 1,147 \cdot 0,996^\tau$	8	Ø J
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,672 \cdot 0,997^\tau$	9	J1
		$p_{nd} = 0,719 \cdot 0,995^\tau$	10	J2
		$p_{nd} = 0,397 \cdot 1,003^\tau$	11	J3
		$p_{nd} = 0,691 \cdot 0,996^\tau$	12	Ø J
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,100 \cdot 13798,0^\sigma$	13	J1
		$p_{ns} = 0,133 \cdot 4941,5^\sigma$	14	J2
		$p_{ns} = 0,226 \cdot 2232,0^\sigma$	15	J3
		$p_{ns} = 0,165 \cdot 6614,0^\sigma$	16	Ø J
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,149 \cdot 310,25^\sigma$	17	J1
		$p_{nd} = 0,129 \cdot 867,2^\sigma$	18	J2
		$p_{nd} = 0,106 \cdot 978,0^\sigma$	19	J3
		$p_{nd} = 0,132 \cdot 790,0^\sigma$	20	Ø J
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,199 \cdot 3,473^{p_{ns}}$	21	J1
		$p_{nd} = 0,162 \cdot 4,670^{p_{ns}}$	22	J2
		$p_{nd} = 0,139 \cdot 4,669^{p_{ns}}$	23	J3
		$p_{nd} = 0,172 \cdot 4,459^{p_{ns}}$	24	Ø J
σ (MPa)	z (‰)	$z = 15,143 \cdot 0,417^\sigma$	25	J1
		$z = 14,216 \cdot 0,138^\sigma$	26	J2
		$z = 10,397 \cdot 0,098^\sigma$	27	J3
		$z = 13,088 \cdot 0,255^\sigma$	28	Ø J
p_{ns} (MPa)	z (‰)	$z = 11,401 \cdot 0,878^{p_{ns}}$	29	J1
		$z = 12,997 \cdot 0,603^{p_{ns}}$	30	J2
		$z = 13,638 \cdot 0,524^{p_{ns}}$	31	J3
		$z = 11,395 \cdot 0,702^{p_{ns}}$	32	Ø J
p_{nd} (MPa)	z (‰)	$z = 4,027 \cdot 0,255^{p_{nd}}$	33	J1
		$z = 5,162 \cdot 0,136^{p_{nd}}$	34	J2
		$z = 1,117 \cdot 0,325^{p_{nd}}$	35	J3
		$z = 4,283 \cdot 0,216^{p_{nd}}$	36	Ø J
z (‰)	σ (MPa)	$\sigma = 0,215 \cdot 0,919^z$	37	Ø J
z (‰)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,055 \cdot 0,809^z$	38	Ø J
z (‰)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,633 \cdot 0,876^z$	39	Ø J

IX. Závislost mechanických veličin odrůdy Jonathan skladované v komoře bez řízené atmosféry v sezóně 1984/1985 — The relation of the mechanical quantities of the Jonathan cultivar stored in a box without controlled atmosphere in the 1984—1985 season

Nezávisle proměnná x	Závisle proměnná y	Exponenciální funkce $y = a \cdot b^x$	Číslo rovnice	Skupina
τ (d)	σ (MPa)	$\sigma = 0,304 \cdot 0,995^\tau$ $\sigma = 0,210 \cdot 0,998^\tau$ $\sigma = 0,213 \cdot 0,998^\tau$ $\sigma = 0,247 \cdot 0,997^\tau$	1 2 3 4	J1 J2 J3 $\emptyset J$
τ (d)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,098 \cdot 0,995^\tau$ $p_{ns} = 1,023 \cdot 0,995^\tau$ $p_{ns} = 0,672 \cdot 0,999^\tau$ $p_{ns} = 1,024 \cdot 0,995^\tau$	5 6 7 8	J1 J2 J3 $\emptyset J$
τ (d)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,675 \cdot 0,996^\tau$ $p_{nd} = 0,569 \cdot 0,997^\tau$ $p_{nd} = 0,369 \cdot 1,002^\tau$ $p_{nd} = 0,653 \cdot 0,995^\tau$	9 10 11 12	J1 J2 J3 $\emptyset J$
σ (MPa)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 0,194 \cdot 415,79^\sigma$ $p_{ns} = 0,958 \cdot 484,20^\sigma$ $p_{ns} = 0,482 \cdot 486,4^\sigma$ $p_{ns} = 0,434 \cdot 444,63^\sigma$	13 14 15 16	J1 J2 J3 $\emptyset J$
σ (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,118 \cdot 936,11^\sigma$ $p_{nd} = 0,263 \cdot 537,19^\sigma$ $p_{nd} = 0,389 \cdot 212,2^\sigma$ $p_{nd} = 0,286 \cdot 575,17^\sigma$	17 18 19 20	J1 J2 J3 $\emptyset J$
p_{ns} (MPa)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,734 \cdot 4,199^{p_{ns}}$ $p_{nd} = 0,267 \cdot 2,009^{p_{ns}}$ $p_{nd} = 0,148 \cdot 1,070^{p_{ns}}$ $p_{nd} = 0,396 \cdot 2,134^{p_{ns}}$	21 22 23 24	J1 J2 J3 $\emptyset J$
σ (MPa)	z (‰)	$z = 20,835 \cdot (0,144 \cdot 10^{-4})^\sigma$ $z = 73,59 \cdot (0,152 \cdot 10^{-8})^\sigma$ $z = 12,277 \cdot (0,582 \cdot 10^{-4})^\sigma$ $z = 39,979 \cdot (0,144 \cdot 10^{-6})^\sigma$	25 26 27 28	J1 J2 J3 $\emptyset J$
p_{ns} (MPa)	z (‰)	$z = 13,386 \cdot 0,0708^{p_{ns}}$ $z = 12,656 \cdot 0,0662^{p_{ns}}$ $z = 3,110 \cdot 0,559^{p_{ns}}$ $z = 13,038 \cdot 0,065^{p_{ns}}$	29 30 31 32	J1 J2 J3 $\emptyset J$
p_{nd} (MPa)	z (‰)	$z = 7,294 \cdot 0,0939^{p_{nd}}$ $z = 6,791 \cdot 0,0958^{p_{nd}}$ $z = 1,080 \cdot 0,5980^{p_{nd}}$ $z = 12,124 \cdot 0,0360^{p_{nd}}$	33 34 35 36	J1 J2 J3 $\emptyset J$
z (‰)	σ (MPa)	$\sigma = 0,234 \cdot 0,897^z$	37	$\emptyset J$
z (‰)	p_{ns} (MPa)	$p_{ns} = 1,010 \cdot 0,821^z$	38	$\emptyset J$
z (‰)	p_{nd} (MPa)	$p_{nd} = 0,683 \cdot 0,868^z$	39	$\emptyset J$

Zde je, s výjimkou napětí v tlaku (σ), při skladování v chlazené komoře (tab. VII) hodnota parametru b menší, tedy strmost poklesu průběhu (p_{ns}, p_{nd}) = $f(\tau)$ bude vyšší. To odpovídá fyzikálním i fyziologickým podmínkám, neboť v chlazené komoře bude respirační činnost jablek nesporně vyšší než v komoře s ŘA. Z numerických tvarů časových závislostí (Č. R. 1—3, 5—7, 9—11) jednotlivých velikostních skupin jablek plynou rozdíly v mechanických vlastnostech jablek jednotlivých velikostních skupin. Z tohoto pohledu lze vyslovit širší, všeobecnější závěr o mechanických časových závislostech velikostních skupin jablek odrůdy 'Golden Delicious', skladované jak v ŘA, tak bez ŘA (tab. VI, VII). Ve všech rovnicích (mimo jedinou — Č. R. 6 v ŘA) velikostních skupin jablek, tj. Č. R. 1—3, 5—7, 9—11, platí, že numerická hodnota parametru vzrůstá s velikostí (hmotností) jablek této odrůdy. Tedy počáteční pevnost v tlaku (σ) a penetrační pevnosti (p_{ns}, p_{nd}) i ostatní mechanické veličiny jablek jsou u větších plodů vyšší. To jistě souvisí s procesem fyziologického utváření plodu v průběhu celé vegetace, a zejména při dozrávání. Proto je rovněž nutné hodnotit — přistupovat ke stanovení doby sklizně plodů-jablek. Není však možné toto hodnocení fyziologické zralosti podle parametru a brát izolovaně a jednostranně. Fyziologické pochody, jak již bylo několikrát uvedeno, pokračují v ovoci dále, což při dlouhodobém skladování má jinou důležitost, a to podstatně vyšší než při přímé spotřebě. Z parametru b týchž rovnic naopak plyne, že numerická hodnota parametru b zpravidla klesá s rostoucí velikostí, tj. hmotností jablek. Toto tvrzení je patrnější, srovná-li se skupina 3 se skupinou 2 a skupina 3 se skupinou 1. Gradient degradace změny příslušné veličiny (σ, p_{ns}, p_{nd}) v době skladování (τ) je tedy u menších plodů nižší než u plodů větších. Proto je nutné proces dozrávání, tj. fyziologického dotváření plodů, a dobu sklizně pro dlouhodobé skladování posuzovat i z tohoto zorného úhlu. Z rozměrové a hmotnostní analýzy skupin vzorků 1, 2, 3 vyplynulo, že skupina 1 i 2 patří do jakostní třídy „výběr“ a skupina 3 do první jakostní třídy.

Při hodnocení — volbě doby sklizně pro dlouhodobé skladování bude asi nutné volit jisté optimum, vycházející z parametrů a i b velikostních skupin 1 a 2. Fyziologické dotvoření plodů skupiny 1 je jistě na vyšší úrovni, ale gradient degradace mechanických vlastností v dalším období je vyšší. Tento stav poměru parametrů a, b bude vyhovovat pro sklizeň plodů k přímé spotřebě. Protože však je tato odrůda určena především pro dlouhodobé skladování, měl by být za optimální poměr parametrů a, b považován poměr skupiny 2. Ta je stále výběrovou jakostní třídou, u níž gradient degradace mechanických vlastností, a tím i kvalitativních vlastností jablek, resp. ovoce, nabývá — či má nabývat — nižších hodnot.

Ve vzájemných závislostech (Č. R. 13—24) této odrůdy (tab. VI, VII) tj. $\sigma = f(p_{ns})$, $\sigma = f(p_{nd})$ a $p_{ns} = f(p_{nd})$, resp. v jejich reciprokových závislostech, jsou obsaženy adekvátní vazby, vztahy, závěry, protože vzájemné závislosti jsou odvoditelné z časových závislostí, separací doby skladování (τ) a následným porovnáním pravých stran takto získaných rovnic. Tento postup sice nebyl z praktických důvodů použit, ale je ekvivalentní s určením vzájemných závislostí přímo statistickým vyrovnáním naměřených párů hodnot daných veličin, jak se stalo v tomto případě. Vzájemné závislosti jsou velmi důležité pro potřeby algoritmizace procesu dlouhodobého skladování jablek, resp. ovoce.

Časové závislosti mechanických vlastností jablek odrůdy 'Jonathan' v sezóně 1984/85 (tab. VIII, IX) vykazují obdobné vztahy mezi velikostními skupinami, méně výrazně mezi způsoby skladování v ŘA a bez ŘA. V zásadě jsou však vazby analyzované u odrůdy 'Golden Delicious' obdobné. Je nutné si uvědomit, že gradient degradace mechanických veličin nabývá zhruba stejných numerických hodnot. Tedy exponenciální klesající průběh v době skladování bude stejný u odrůdy 'Jonathan' jako u odrůdy 'Golden Delicious', ale vertikálně posunutý do oblasti nižších napětí a penetračních pevností. Plyne to z porovnání numerických hodnot parametru a a srovnatelných rovnic (Č. R. 1—12) odrůdy 'Jonathan' (tab. VIII, IX) a 'Golden Delicious' (tab. VI, VII) v příslušném

způsobu skladování, tj. v ŘA a bez ŘA. Zde je ještě třeba poukázat na to, že numerické hodnoty parametru a uvedených rovnic mohou, a u odrůdy 'Jonathan' v sezóně 1984/85 tomu tak je, být větší v komorách pouze chlazených (bez ŘA) než v komorách s ŘA. Je to dáno variabilitou vlastností biologického materiálu, tzn. do komory chlazené byla naskladněna jablka o vyšších počátečních hodnotách mechanických vlastností (σ , p_{ns} , p_{nd}) než do komory s ŘA. Ve srovnání s odrůdou 'Golden Delicious' však nabývají nižších hodnot v době naskladnění. Při přibližně stejném gradientu degradace mechanických vlastností (viz parametr b Č. R. 1–12 tab. VII a IX) obou odrůd dosáhne stejné přípustné meze těchto vlastností za kratší dobu skladování. Proto je tato odrůda vhodná pro krátkodobější skladování, jak již vyplynulo z analýzy sezóny 1983/84. Takto jsou uvedené odrůdy v praxi zpravidla skladovány, tj. 'Jonathan' se vyskládňuje koncem kalendářního roku a 'Golden Delicious' v jarních měsících. Z dosavadního rozboru plyne, že obecně lze podle parametrů a , b rovnic mechanických vlastností hodnotit vhodnost jednotlivých odrůd s ohledem na požadovanou délku skladování, včetně rozhodování o způsobu skladování. Význam a smysl užití definičních vztahů vzájemných závislostí (Č. R. 13–24) i závislostí ztrát na mechanických vlastnostech (Č. R. 25–39) (tab. VIII, IX) je u odrůdy 'Jonathan' shodný s odrůdou 'Golden Delicious'.

ZÁVĚR

Důležitou skupinu definičních vztahů tvoří závislosti ztrát (z) na mechanických vlastnostech (σ , p_{ns} , p_{nd}) jablek (Č. R. 25–36), resp. na jejich recipročních závislostech (Č. R. 37–39) (tab. VI–IX). V těchto závislostech se již neprojevují dříve analyzované vazby mezi velikostními skupinami jablek. To je způsobeno zejména tím, že časové závislosti ztrát $z = f(\tau)$ jsou těsněji charakterizovány polynomicovou závislostí.

Význam vzájemných závislostí $z = f(\sigma, p_{ns}, p_{nd})$ spočívá v tom, že na základě znalosti některé mechanické veličiny jablek lze definovat okamžité ztráty i tendenci jejich dalšího vývoje v podmínkách uzavřených a po dobu skladování v podstatě nepřístupných komor skladu ovoce. Prakticky využitelný, a proto významnější, je opačný postup, tj. pro změřené okamžité ztráty (z) lze určit okamžitý stav mechanických veličin, či odvozeně změny kvalitativních vlastností skladovaných jablek. Přípustné změny mechanických veličin bude nutné teprve stanovit ve vztahu ke kvalitativním normám pro danou odrůdu.

Literatura

- GOLIÁŠ, J. a kol.: Vývoj přístroje pro měření některých parametrů mechanických vlastností ovoce a zeleniny. In: Sbor. VŠZ v Brně, R. A, 1977, č. 3.
GRODA, B. a kol.: Analýza skladování jablek v termickém skladu s řízenou atmosférou. [Závěrečná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1985.

Došlo dne 5. 2. 1987

ГРОДА, Б. — СЕКНИЧКА, М. (Сельскохозяйственный институт, Брно: Качественные свойства длительно хранимых плодов. Земед. Techn., 33, 1987 (9) : 539-559.

В данной работе приводят способ исследования качественных свойств длительно хранимых яблок в термоскладе с регулируемой атмосферой. Изменения качественных свойств товара испытывались с помощью физико-механических величин, к ним, к примеру можно отнести — прочность при сжатии, напряжение при сдвиге и пенетрационную прочность кожуры и мякоти яблок. Статистически обрабатывались определяющие зависимости этих величин во время хранения и их взаимоотношения опре-

делений. Из этих зависимостей создаются исходные данные для научного управления технологией термоскладов с управляемой атмосферой при помощи вычислительных машин.

термический фундамент; управляемая атмосфера; напряжение давления; напряжение при сдвиге; пенетрационные действия

GRODA, B. — SEKNÍČKA, M. (University of Agriculture, Brno): *The Quality Characteristics of Long-Stored Fruits*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 539-559.

We describe a method of investigating the quality characteristics of long-stored apples kept in an air-conditioned store. The changes in the quality characteristics of the apples were studied by means of physico-mechanical quantities such as crushing strength, shear stress and penetration strength of the skin and pulp. The major dependences which these quantities enter during storage were evaluated and the defining relationships between them were assessed. The data obtained from this evaluation serve as a basis for computer-aided scientific management of thermic stores with controlled atmosphere.

thermic store; controlled atmosphere; crushing stress; shear stress; penetration strength

GRODA, B. — SEKNÍČKA, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Qualitative Beschaffenheit langfristig gelagerten Obstes*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 539-559.

Im Beitrag werden Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der qualitativen Beschaffenheit von in Thermolagern mit regulierter Atmosphäre langfristig gelagerten Äpfeln angeführt. Veränderungen der Qualitätseigenschaften des Produkts wurden mittels physikalisch-mechanischer Variablen, wie z. B. Druckfestigkeit, Schubspannung, Penetrationsfestigkeit der Schale und des Fruchtfleisches der Äpfel, untersucht. Wir bewerteten die determinierenden Abhängigkeiten dieser Variablen z. Z. der Lagerung und ihre gegenseitigen Definitionsbeziehungen. Aufgrund dieser Abhängigkeiten gestalten sich Unterlagen für eine wissenschaftliche Steuerung der Technologie der Thermolager mit mittels Regulationscomputer regulierter Atmosphäre.

thermische Grundlage; regulierte Atmosphäre; Druckfestigkeit; Schubspannung; Penetrationsaktivität

Adresa autorů:

Doc. ing. Bořivoj Groda, CSc., ing. Miroslav Seknička, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 11 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny články:

- B. Studeník: Vedecké práce pracovníkov Výskumného ústavu poľnohospodárskej techniky v Rovinke
- F. Štefánik, D. Chudý, S. Haš: Experimentálne overenie slnečných vzduchových kolektorov
- L. Grohmann, K. Brzkovský: Adaptér pre priamy zber fazule a jeho energetická náročnosť
- E. Mocný: Kvalita uniformného rezu ovocných stromov
- B. Studeník, I. Polčičová: Optimálna doba používania mechanizačného prostriedku
- J. Balla: Skúšky únavovej pevnosti renovovaných kľukových hriadelov
- F. Laufik: Ladenie dynamických vlastností protibežných žacích líšt

ANALÝZA CHARAKTERISTÍK NÁHODNÝCH VELIČÍN PRI KOMPLEXNOM PRÚDOVOM ZBERE OBILNÍN

M. Ďuriš, M. Ostrožlák

ĎURIŠ, M. — OSTROŽLÁK, M. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Analýza charakteristík náhodných veličín pri komplexnom prúdom zbere obilnín*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9): 561 — 572.

Experimentálne merania sme robili v okrese Levice s týmito súpravami strojov: obilné kombajny E-512, E-516, odvoz zrna Z-8011 + príves P-73 SM, Praga S5T-2, Škoda 706 RTS; zber slamy K-453, NTVS-4, P-73 SH. V rámci experimentálnych meraní sme sledovali tieto náhodné veličiny: úroda zrna, pracovné rýchlosti obilných kombajnov, výkonnosť obilných kombajnov, časy plnenia zásobníkov, hmotnosť zrna v zásobníkoch, čas vyprázdňovania zásobníkov, vzdialenosti dopravy zrna, rýchlosti dopravných prostriedkov s nákladom i bez nákladu, výkonnosť súprav na zber slamy, hmotnosť nákladu slamy, časy jazdy dopravných prostriedkov na odvoz slamy, čas vyprázdňovania slamy z dopravných prostriedkov, časy jazdy dopravných prostriedkov bez nákladu slamy. Výpočty charakteristík náhodných veličín a vyrovňovanie podľa zákonov rozdelenia sa robili na počítači WANG a rozdelenie experimentálnych hodnôt pracovných operácií v technologickom procese sa robilo pomocou vyrovňovania.

experimentálne merania; súpravy strojov

V rámci komplexného prúdom zberu obilnín vystupujú do popredia otázky hľadania funkcií mnohých náhodných faktorov súvisiacich s komplexnou zberovou a dopravnou technikou. Ak vychádzame z pravdepodobnostného a dynamického charakteru mechanizovaných poľnohospodárskych procesov, z ich vnútornej zložitosti ako aj komplikovanosti skúmať ich analytickými metódami, možno za najefektívnejší prístup považovať matematické modelovanie (Ďuriš a i., 1985, 1986, 1987).

Skúmanie charakteristík náhodných veličín je nezastupiteľné pri formovaní vstupných údajov pre počítač v rámci riadenia technologického procesu výroby poľnohospodárskych produktov pomocou počítača. Vstupné údaje pre prípravu programového vybavenia minipočítača sa musia maximálne približovať reálnemu priebehu príslušných funkcií. Riadeniu výroby v reálnom čase sa u nás venujú mnohí autori (Špelina, 1982; Studeník a Vitárius, 1984; Scheibinger a Kavka, 1985; Ďuriš a i., 1985, 1986).

Pre vstup údajov do počítača pri riadení výroby v reálnom čase sa ponúka nové médium — Videotex, ktoré kombinuje existujúcu techniku telefón, obrazovka, počítač. Cez obojsmerný telefón je Videotex vzájomne pôsobiace médium, ktoré umožňuje poprvýkrát všeobecný prístup do služieb výpočtovej techniky. Operatívne riadenie Videotexom umožňuje denne riadiť technologický proces výroby v reálnom čase na základe dialógových programov. Videotex zabezpečuje spojenie osobných počítačov so sieťou veľkých počítačov na teritoriálnom rozsahu (Weiss, 1985; Duttweiler, 1985).

Technický rozvoj priemyselných a poľnohospodárskych robotov a manipulátorov v členských zemiach RVHP i v nesocialistických štátoch postupne prechádza do vývoja programovateľných typov. Zameriava sa hlavne na technologickú manipuláciu. Ukázala

sa tu potreba analýzy charakteristík náhodných veličín (Kawamura a i., 1984; Kolektiv, 1985).

Robotizácia v poľnohospodárstve je u nás na začiatku rozvoja. Snažíme sa zavádzať tieto najprogresívnejšie prvky do výrobných technologických procesov i do rastlinnej výroby. Náhodné veličiny pri riadení robotov tu budú mať dominantný charakter. Ako vyplýva z prác, ktoré uverejnili Kawamura (1984), Duttweiler (1985) a Göhlich (1985), má nasadenie robotov ovládaných počítačom veľkú budúcnosť.

Pri opise a skúmaní stochastických systémov treba vychádzať zo štatistických charakteristík jednotlivých náhodných zložiek systému. Výsledky analytických vzťahov treba uvádzať ako odhady očakávaných hodnôt s doplnením intervalu spoľahlivosti, v ktorom sa náhodná veličina s vopred danou pravdepodobnosťou vyskytuje (Đuriš a i., 1985).

METÓDA

Cieľom práce je príprava vstupných údajov na modelovanie komplexného prúdového zberu obilnín.

Experimentálne merania sme robili v podnikoch riadených Okresnou poľnohospodárskou správou v Leviciach. Pri výbere súprav strojov sme vychádzali z bežného nasadenia v poľnohospodárskej veľkovýrobe:

Zber obilnín

- obilné kombajny E-512, E-516.

Odvoz zrna od obilných kombajnov

- Zetor 8011 s privesom P-73-SH,
- nákladný automobil Praga S5T, Škoda 706 RTS.

Zber slamy

- Zetor 8011 s vysokotlakovým lisom K-453,
- Zetor 8011 so samozberacím vozom NTVS-4,
- Zetor 6718 s privesom P-73-SH.

V rámci experimentálnych meraní sme sledovali tieto náhodné veličiny technologického procesu vždy v 320 opakovaniach:

- úroda zrna,
- pracovné rýchlosti obilných kombajnov,
- časy otáčania obilných kombajnov,
- časy plnenia zásobníkov obilných kombajnov,
- hmotnosť zrna v zásobníkoch obilných kombajnov,
- časy vyprázdňovania zásobníkov kombajnov,
- vzdialenosti dopravy zrna,
- rýchlosti dopravných prostriedkov s nákladom i bez nákladu,
- výkonnosť súprav na zber slamy,
- hmotnosť nákladu slamy,
- čas jazdy dopravných prostriedkov na odvoz slamy,
- čas vyprázdňovania slamy z dopravných prostriedkov,
- čas jazdy dopravných prostriedkov bez nákladu slamy.

Charakteristiky náhodných veličín a vyrovňovanie podľa rôznych zákonov rozdelenia sa vyhodnocovali pomocou počítača WANG.

Vyhodnotenie:

- m — aritmetický priemer
- M — modus
- S_x — relatívna stredná chyba
- V_p — variačný rozsah
- S — odchýlka
- D — rozptyl
- m_{t3} — šikmosť
- m_{t4} — exces
- α — hladina významnosti

Vlastné testovanie rozdelenia nameraných hodnôt jednotlivých pracovných operácií technologického procesu sa realizovalo pomocou vyrovnávania.

Použili sme rozdelenie:

- rovnomerné,
- normálne,
- exponenciálne,
- gama,
- Poissonovo,
- Bruns-Charlierovo.

VÝSLEDKY

Výsledky experimentálnych meraní a zákony ich rozdelenia sú uvedené na obr. 1 až 23. Výsledky výpočtov štatistických charakteristík sú v tab. I.

VYROVNÁVANIE PODĽA ZÁKONOV ROZDELENIA S VYJADRENÍM PRÍSLUŠNEJ FUNKCIE

1. Vyjadrenie závislosti úrody zrna od počtosti (obr. 1; tab. I, riadok 1)

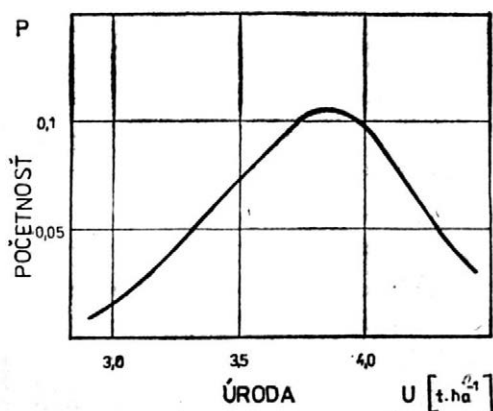
$$f(x) = \frac{1}{0,161 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-1,517}{0,052}}$$

2. Vyjadrenie závislosti pracovnej rýchlosti obilného kombajnu E-512 pri úrode 3,5 až 4,5 t.ha⁻¹ (obr. 2; tab. I, riadok 2)

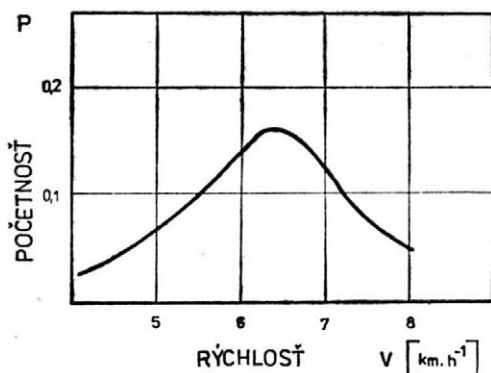
$$f(x) = 1 - e^{-\frac{(x-0,895)^{8,29}}{9,39}}$$

3. Vyjadrenie závislosti času otáčania obilného kombajnu E-512 od počtosti (obr. 3; tab. I, riadok 3)

$$f(x) = 1 - e^{-\frac{(x-0,34)^{1,15}}{0,19}}$$



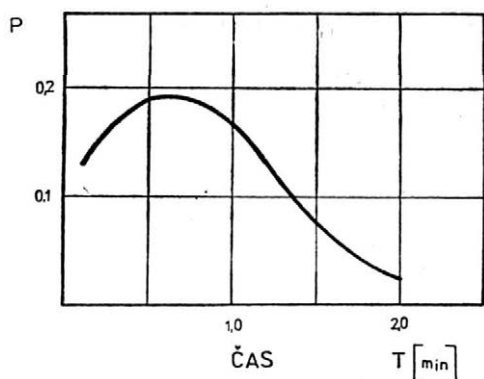
1. Úroda zrna — Grain yield



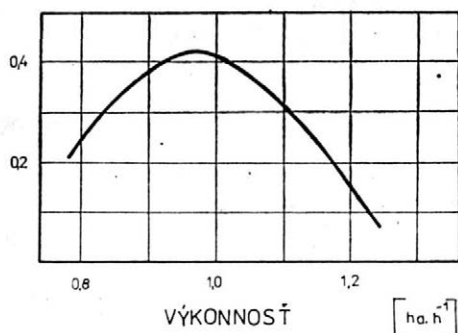
2. Pracovná rýchlosť obilného kombajnu E-512 pri úrode 3,5 až 4,5 t.ha⁻¹ — Speed of operation of the E-512 grain harvester at grain yields from 3.5 to 4.5 t per ha

I. Statistické charakteristiky náhodných veličín pri komplexnom prúdovom zbere obilnín — Statistical characteristics of the random quantities during the complex continuous harvest of cereals

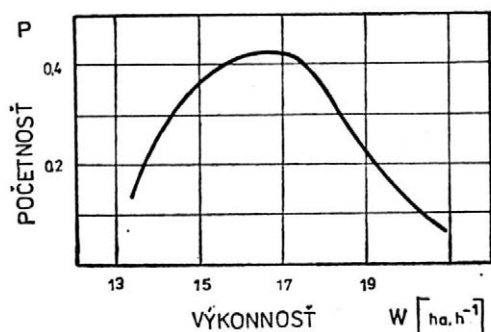
Č.	Modus	Relativna stredná chyba	Variačný rozsah	Smero- dajná odchýlka	Rozptyl	Šikmosť	Exces	Hladina významnosti	Veličina
	M	S_x	V_r	δ	D	m_{t3}	m_{t4}	α	
1	38,040	0,290	13,50	3,790	14,4000				úroda zrna
2	6,420	0,095	4,30	1,270	1,6100				pracovná rýchlosť OK E-512
3	0,730	0,020	1,25	0,320	0,1000				čas otáčania OK E-512
4	0,971	0,111	0,38	0,108	0,9080	0,908	-0,165	$4,32 \cdot 10^{-3}$	výkonnosť OK E-512
5	1,679	0,110	0,70	0,186	0,0346	0,431	-0,349	$1,24 \cdot 10^{-4}$	výkonnosť OK E-516
6	19,638	0,127	9,00	2,503	6,2560	0,440	-0,810	$2,10 \cdot 10^{-6}$	čas plnenia zásobníka OK E-512
7	20,920	0,170	15,60	3,706	13,7340	0,366	-0,570	$4,35 \cdot 10^{-9}$	čas plnenia zásobníka OK E-516
8	1,282	0,098	0,50	0,125	0,0160	0,352	-0,541	$2,74 \cdot 10^{-6}$	hmotnosť zrna v zásobníku OK E-512
9	2,695	0,068	0,70	0,184	0,0339	0,164	-0,833	$8,33 \cdot 10^{-10}$	hmotnosť zrna v zásobníku OK E-516
10	2,141	0,105	0,90	0,221	0,0488	-0,223	-0,676	$1,65 \cdot 10^{-4}$	čas vyprázdňovania zásobníka OK E-512
11	2,050	0,112	0,90	0,224	0,0502	-0,283	-0,572	$1,50 \cdot 10^{-4}$	čas vyprázdňovania zásobníka OK E-516
12	10,570	0,260	16,40	4,610	21,2000				vzdialenosť dopravy zrna
13	11,714	0,157	8,20	1,844	3,4000	0,179	-0,232	$1,06 \cdot 10^{-5}$	rýchlosť pohybu traktor. dopr. súpravy s nákl.
14	14,358	0,190	10,80	2,613	6,8280	-0,294	-0,459	$6,74 \cdot 10^{-4}$	rýchlosť pohybu trakt. DS bez nákladu
15	28,181	0,180	21,00	5,190	26,8840	-0,034	-0,604	$8,32 \cdot 10^{-9}$	rýchlosť pohybu P-S5T s nákladom
16	34,114	0,176	27,50	5,845	34,1640	-0,159	-0,256	$2,84 \cdot 10^{-5}$	rýchlosť pohybu P-S5T bez nákladu
17	34,420	0,150	12,40	1,470	2,1600				rýchlosť pohybu Š-706 RTS s nákladom
18	41,900	0,140	11,20	1,410	1,9800				rýchlosť pohybu Š-706 RTS bez nákladu
19	1,026	0,117	0,49	0,119	0,0140	-0,141	-0,542	$1,56 \cdot 10^{-5}$	výkonnosť lisovacej súpravy
20	1,499	0,106	0,60	0,161	0,0260	0,037	-0,691	$1,83 \cdot 10^{-4}$	hmotnosť nákladu slamy NTVS-4
21	6,880	0,107	2,90	0,752	0,5660	-0,097	-0,848	$1,36 \cdot 10^{-8}$	čas jazdy s nákladom slamy, P-73 SH
22	7,878	0,101	3,30	0,794	0,6340	-0,332	-0,635	$9,72 \cdot 10^{-9}$	čas vyprázdňovania slamy, P-73 SH
23	5,595	0,148	3,70	0,858	0,7360	0,363	-0,170	$4,36 \cdot 10^{-7}$	čas jazdy bez nákladu slamy, P-73 SH



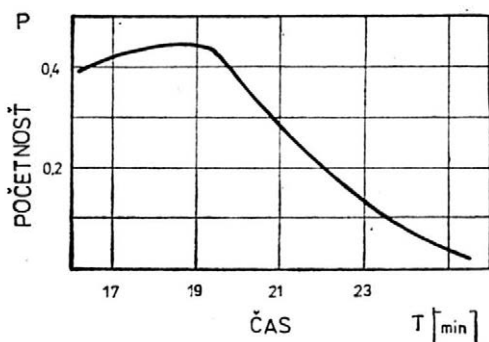
3. Čas otáčania obilného kombajnu E-512 — The time of turning of the E-512 grain harvester



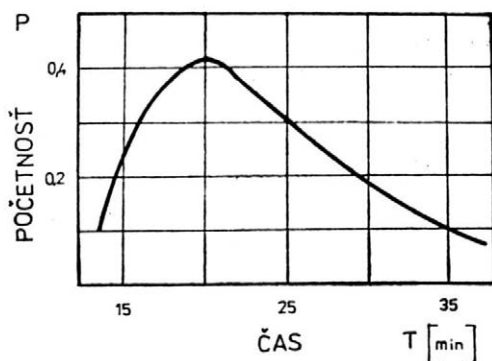
4. Výkonnosť obilného kombajnu E-512 v čase T_{04} — Performance of the E-512 grain harvester in time T_{04}



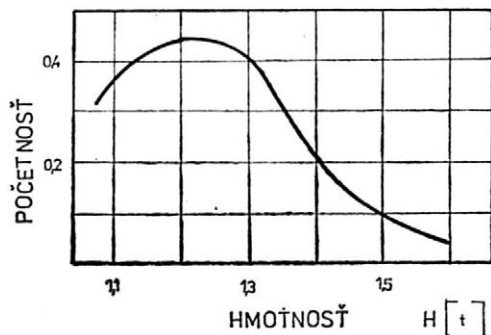
5. Výkonnosť obilného kombajnu E-516 v čase T_{04} — Performance of the E-516 grain harvester in time T_{04}



6. Čas plnenia zásobníka obilného kombajnu E-512 — The time of grain bin filling in the E-512 grain harvester



7. Čas plnenia zásobníka obilného kombajnu E-516 — The time of grain bin filling in the E-516 grain harvester



8. Hmotnosť zrna v zásobníku obilného kombajnu E-512 — Grain weight in the bin of the E-512 grain harvester

4. Vyjadrenie závislosti výkonnosti obilného kombajnu E-512 v čase T_{04} od početnosti (obr. 4; tab. I, riadok 4)

$$f(x) = \frac{1}{0,108 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-0,971}{0,0232}}$$

5. Vyjadrenie závislosti výkonnosti obilného kombajnu E-516 v čase T_{04} od početnosti (obr. 5; tab. I, riadok 5)

$$f(x) = \frac{1}{0,186 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-1,689}{0,0692}}$$

6. Vyjadrenie závislosti času plnenia zásobníka obilného kombajnu E-512 od početnosti (obr. 6; tab. I, riadok 6)

$$f(x) = 0,95 f_{(t)} - 0,19 f^I_{(t)} - 0,19 f^{II}_{(t)} - 0,435 f^{III}_{(t)} - 0,118 f^{IV}_{(t)}$$

7. Vyjadrenie závislosti času plnenia zásobníka obilného kombajnu E-516 od početnosti (obr. 7; tab. I, riadok 7)

$$f(x) = 0,99 f_{(t)} - 0,05 f^I_{(t)} - 0,06 f^{II}_{(t)} - 0,126 f^{III}_{(t)} - 0,025 f^{IV}_{(t)}$$

8. Vyjadrenie závislosti hmotnosti zrna v zásobníku obilného kombajnu E-512 od početnosti (obr. 8; tab. I, riadok 8)

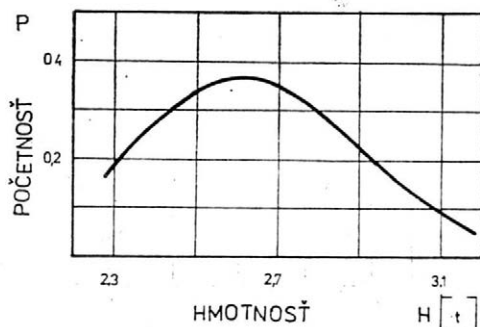
$$f(x) = 0,97 f_{(t)} - 0,13 f^I_{(t)} - 0,17 f^{II}_{(t)} - 0,349 f^{III}_{(t)} - 0,062 f^{IV}_{(t)}$$

9. Vyjadrenie závislosti hmotnosti zrna v zásobníku obilného kombajnu E-516 od početnosti (obr. 9; tab. I, riadok 9)

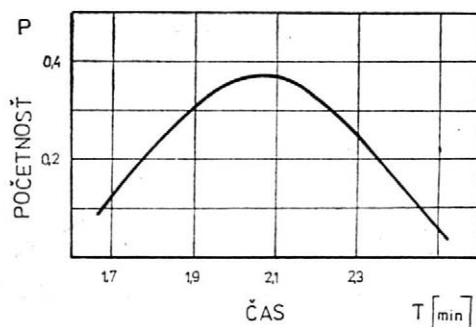
$$f(x) = 0,97 f_{(t)} - 0,19 f^I_{(t)} - 0,20 f^{II}_{(t)} - 0,105 f^{III}_{(t)} - 0,107 f^{IV}_{(t)}$$

10. Vyjadrenie závislosti času vyprázdňovania zásobníka obilného kombajnu E-512 od početnosti (obr. 10; tab. I, riadok 10)

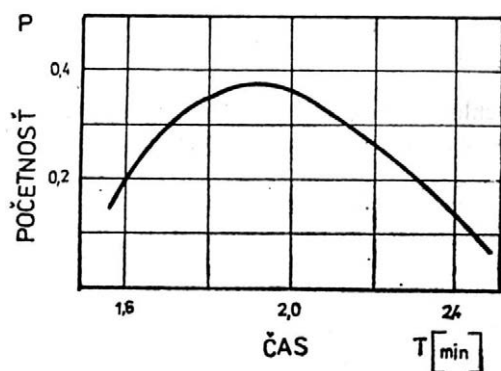
$$f(x) = \frac{1}{0,221 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-2,101}{0,976}}$$



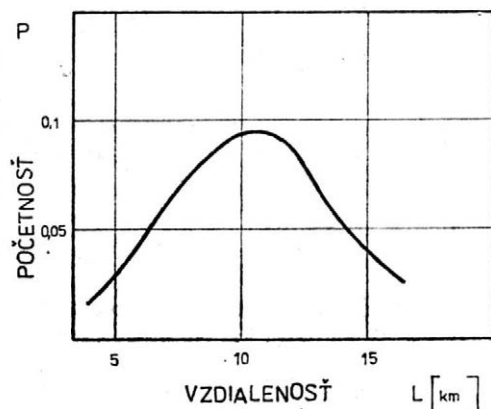
9. Hmotnosť zrna v zásobníku obilného kombajnu E-516 — Grain weight in the bin of the E-516 grain harvester



10. Čas vyprázdňovania zásobníka obilného kombajnu E-512 — The time of bin discharging in the E-512 grain harvester



11. Čas vyprázdňovania zásobníka obilného kombajnu E-516 — The time of bin discharging in the E-516 grain harvester



12. Vzdialenosti dopravy zrna — Grain haulage distances

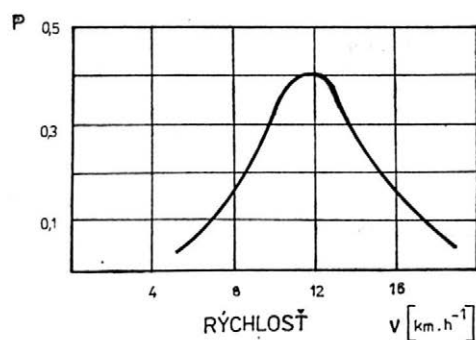
11. Vyjadrenie závislosti času vyprázdňovania zásobníka obilného kombajnu E-516 od početnosti (obr. 11; tab. I, riadok 11)

$$f(x) = \frac{1}{0,224\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-2,00)^2}{0,0678}}$$

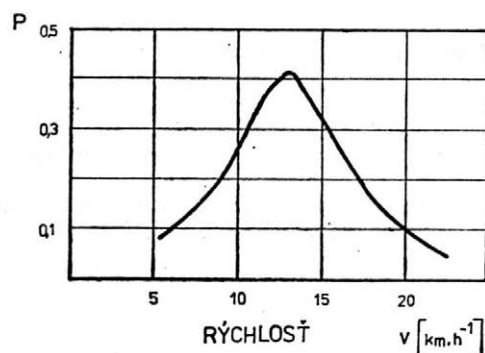
12. Vyjadrenie závislosti vzdialenosti dopravy zrna od početnosti (obr. 12; tab. I, riadok 12)

$$f(x) = \frac{1}{4,610\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-10,57)^2}{42,5}}$$

13. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu dopravnej súpravy traktor Zetor 8011, príves P-73-SH s nákladom po ceste (obr. 13; tab. I, riadok 13)



13. Rýchlosti pohybu dopravovanej súpravy traktor ZETOR 8011, príves P-73 SH s nákladom po ceste — The driving speeds of the combination set of the ZETOR 8011 tractor with a loaded P-73 SH trailer along the road



14. Rýchlosti pohybu dopravovanej súpravy traktor ZETOR 8011, príves P-73 SH bez nákladu po ceste — The driving speeds of the combination set of the ZETOR 8011 tractor with an empty P-73 SH trailer along the road

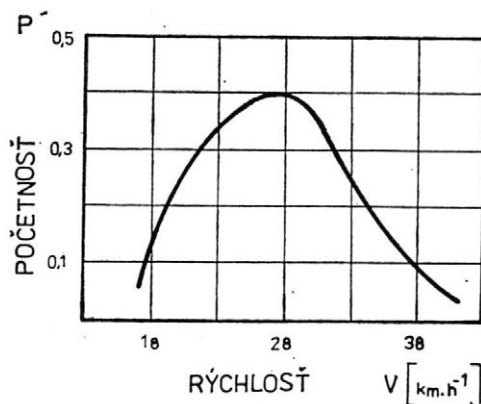
$$f(x) = \frac{1}{1,844\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\log x + 2,452}{6,8}}$$

14. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu dopravnej súpravy traktora Zetor 8011, príves P-73-SH bez nákladu po ceste (obr. 14; tab. I, riadok 14)

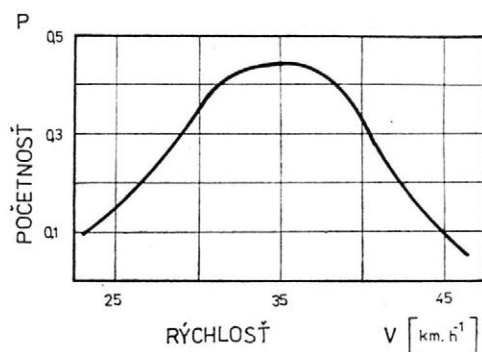
$$f(x) = \frac{1}{0,203\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\log x + 2,603}{13,656}}$$

15. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu nákladného automobilu Praga S5T-2 s nákladom po ceste (obr. 15; tab. I, riadok 15)

$$f(x) = 1,0 f_{(t)} - 0,04 f^I_{(t)} - 0,01 f^{II}_{(t)} - 0,029 f^{III}_{(t)} - 0,54 f^{IV}_{(t)}$$



15. Rýchlosť pohybu nákladného automobilu PRAGA S5T-2 s nákladom po ceste — The driving speed of a loaded PRAGA S5T-2 truck along the road



16. Rýchlosť pohybu nákladného automobilu PRAGA S5T-2 bez nákladu po ceste — The driving speed of an empty PRAGA S5T-2 truck along the road

16. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu nákladného automobilu Praga S5T-2 bez nákladu po ceste (obr. 16; tab. I, riadok 16)

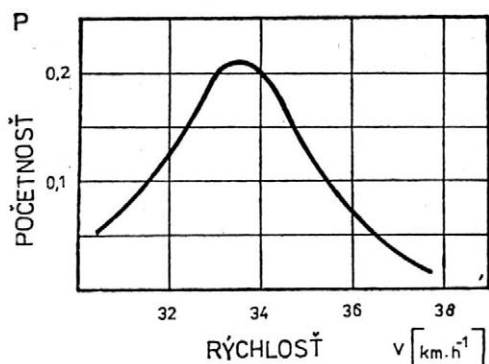
$$f(x) = \frac{1}{0,186\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\log x - 3,485}{68,328}}$$

17. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu nákladného automobilu Škoda 706 RTS s nákladom po ceste (obr. 17; tab. I, riadok 17)

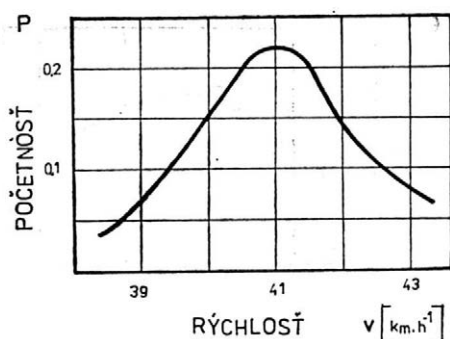
$$f(x) = 1 - e^{-\frac{(x - 28,82)^{4,28}}{6,15}}$$

18. Vyjadrenie závislosti početnosti a rýchlosti pohybu nákladného automobilu Škoda 706 RTS bez nákladu po ceste (obr. 18; tab. I, riadok 18)

$$f(x) = \frac{1}{0,03x\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x - 3,73)^2}{0,002}}$$



17. Rýchlosť pohybu nákladného automobilu ŠKODA 706 RTS s nákladom po ceste — The driving speed of a loaded SKODA 706 RTS truck along the road



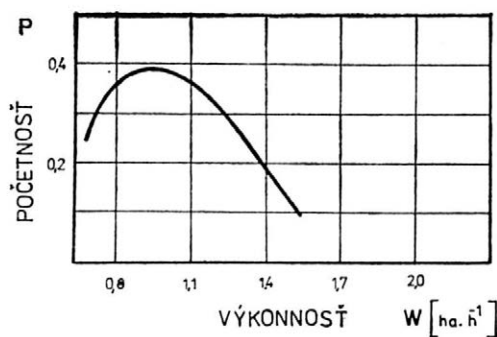
18. Rýchlosť pohybu nákladného automobilu ŠKODA 706 RTS bez nákladu po ceste — The driving speed of an empty SKODA 706 RTS truck along the road

19. Vyjadrenie závislosti početnosti a výkonnosti súpravy traktor Zetor 8011, vysokotlakový zberací lis K-453 v čase T_{04} (obr. 19; tab. I, riadok 19)

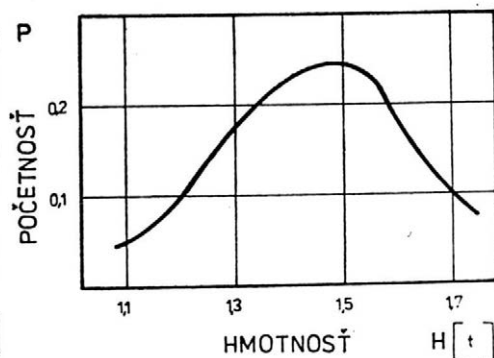
$$f(x) = \frac{1}{0,119\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x + 0,04)^2}{0,028}}$$

20. Vyjadrenie závislosti početnosti a hmotnosti nákladu slamy na samozberacom voze NTVS-4 (obr. 20; tab. I, riadok 20)

$$f(x) = \frac{1}{0,161\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x - 1,517}{0,052}}$$



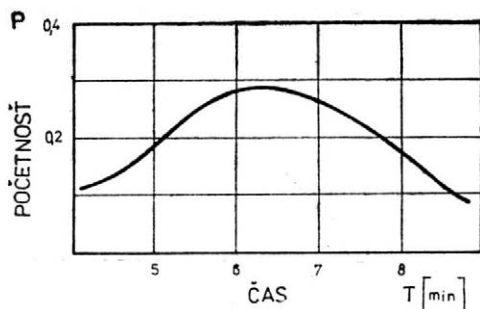
19. Výkonnosť súpravy traktor ZETOR 8011, vysokotlakový zberací lis K-453 v čase T_{04} — The performance of the combination set of the ZETOR 8011 tractor with the K-453 baler in time T_{04}



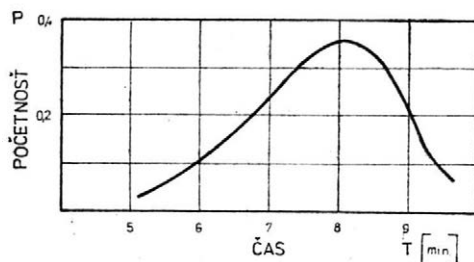
20. Hmotnosť nákladu slamy na samozberacom voze NTVS-4 — The weight of straw loaded on the NTVS-4 self-loading truck

21. Vyjadrenie závislosti početnosti a času jazdy súpravy traktora Zetor 6718, príves P-73 SH s nákladom slamy (obr. 21; tab. I, riadok 21)

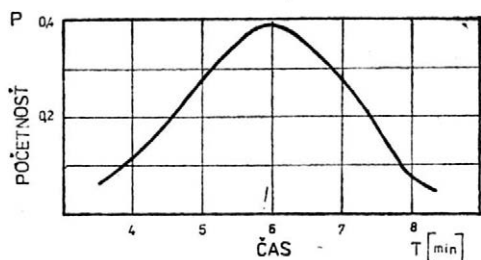
$$f(x) = 0,98 f_{(t)} - 0,01 f^I_{(t)} - 0,07 f^{II}_{(t)} - 0,024 f^{III}_{(t)} - 0,126 f^{IV}_{(t)}$$



21. Čas jazdy súpravy traktor ZETOR 6718, príves P-73 s nákladom slamy — Riding time of the combination set of the ZETOR 6718 tractor with the P-73 trailer loaded with straw



22. Čas vyprázdňovania slamy z prívesu P-73 SH — The time of straw discharging from the P-73 SH trailer



23. Čas jazdy súpravy traktor ZETOR 6718, príves P-73 SH bez nákladu slamy — Riding time of the combination set of the ZETOR 6718 tractor with an empty P-73 SH trailer

22. Vyjadrenie závislosti početnosti a času vyprázdňovania slamy z prívesu P-73-SH (obr. 22; tab. I, riadok 22)

$$f(x) = 0,38 f(t) - 0,02 f^I(t) - 0,08 f^{II}(t) + 0,068 f^{III}(t) - 0,084 f^{IV}(t)$$

23. Vyjadrenie závislosti početnosti a času jazdy súpravy traktor Zetor 6718, príves P-73 SH bez nákladu slamy (obr. 23; tab. I, riadok 23)

$$f(x) = 1,0 f(t) - 0,04 f^I(t) - 0,08 f^{II}(t) - 0,073 f^{III}(t) + 0,008 f^{IV}(t)$$

DISKUSIA

Matematickým modelovaním chceme odhaliť zákonitosti priebehu skúmaného technologického procesu v rozličných prírodných a výrobných podmienkach pri rôznych konštrukciách strojov, robotov, manipulátorov a rozmanitých technologických schémach.

Osobitný význam modelovania sa môže prejavovať pri projektovaní nových technologických postupov, hlavne v takom prípade, keď sú známe charakteristiky jednotlivých prvkov systému, ale nie je preverená funkcia celého systému, ktorý sa nimi vytvoril. A práve náročnosť prípravy vstupných údajov do samočinného počítača, ako aj zložitost programov sú faktormi brzdiacimi využitie stochastického modelovania v poľnohospodárskej praxi.

Veľmi dôležité je neustále doplňovať programové vybavenie minipočítača pre riadenie technologického procesu v reálnom čase. Dopĺňovaním súborov programov dosiahnu navrhované výstupné zostavy zobrazenie, ktoré charakterizuje reálne procesy. Studeník a Vitárius (1984) riešili tieto otázky na minipočítači SM-4-20 vo vybraných poľnohospodárskych podnikoch.

Duttweiler (1985) uviedol, že veľké rezervy sú v príprave presných vstupných dát a podkladov pre optimálne zostavenie programov pre počítače. Na príklade riadenia technologického procesu sušenia sena, podporovaného osobným počítačom, robil rad záverov. Analyzoval otázky kvality a kvantity programov, ako i obsluhy počítačov v praxi. Odporúčal využiť pri riadení technologického procesu v rastlinnej výrobe systém Video-text.

Pre vzájomnú komunikáciu je potrebný operačný systém pre počítačové siete. Jedným z najrozšírenejších systémov je SYRPOS s ďalšími modifikáciami.

ZÁVER

Z analýzy je zrejmé, že najčastejšie sa vyskytujú zákony rozdelenia — Bruns-Charlie-rovo rozdelenie, logaritmicko-normálne rozdelenie a normálne rozdelenie. Pozoruhodná je veľmi nízka hladina významnosti α , čo znamená, že namerané hodnoty sa tesne blížila teoretickým zákonom rozdelenia. Na základe analýzy možno konštatovať, že náhodné veličiny zobrazujúce reálne procesy sa dajú veľmi dobre popísať pomocou teoretických zákonov rozdelenia, čo má veľký význam pre stochastické modelovanie. Ich využitie v stochastickom modelovaní pridáva modelu dynamiku, čo spôsobí približovanie sa reálnemu procesu. Teda pomocou matematického modelovania možno imitovať veľký počet variantov zostáv komplexov strojov pre komplexný prúdový zber obilnín v podmienkach poľnohospodárskych podnikov. Na základe zvolených kritérií i pri zohľadnení výrobných podmienok v poľnohospodárskom podniku možno vybrať najvhodnejší variant. Výsledok stochastického modelovania komplexného prúdového zberu obilnín bude tým lepším, čím lepšie pripravená bude údajová základňa.

Literatúra

- ĐURIŠ, M. — ĐUĐÁK, J. — OSTROŽLÍK, M.: Modelovanie liniek na lisovanie slamy v rámci komplexného prúdového zberu obilnín. *Zeměd. Techn.*, 33, 1987, č. 7, s. 441-448.
- ĐURIŠ, M. — OSTROŽLÍK, M. — ĐUĐÁK, J.: Výskum komplexného prúdového zberu zrnín v podmienkach SSR. [Závěrečná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1985. 160 s.
- ĐURIŠ, M. — OSTROŽLÍK, M. — ĐUĐÁK, J.: Riadenie technologického procesu podporované počítačom. [Výskumná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1986.
- DUTTWEILER, R.: Der Computer auf dem Bauernhof — Möglichkeiten und Grenzen. *Schweiz. Landtechn.*, 47, 1985, č. 11.
- GÖHLICH, H.: Rechnergesteuerte Automaten und Roboter in der Agrarproduktion. *Landtechnik*, 40, 1985, č. 7/8, s. 352-353.
- KOLEKTÍV: Technický rozvoj a uplatňovanie priemyselných robotov a manipulatorov. *Techn. Inform.*, 1985, č. 12, s. 180-183.
- KAWAMURA, N. — NAMIKAWA, F. — FUJIURA, T.: Study on agricultural robot (Part 1). *J. Soc. agric. Mach.*, 46, 1984, č. 3, s. 353-358.
- SCHEIBINGER, O. — KAVKA, M.: Vyhodnocování provozu vybraných mechanizačních prostředků v JZD Blšany. *Mechaniz. Zeměd.*, 35, 1985, č. 11, s. 499-502.
- STUDENÍK, B. — VITÁRIUS, L.: Příprava programového vybavení minipočítača pre riadenie v reálnom čase. [Závěrečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1984. 64 s.
- ŠPELINA, M.: Pracoviště pro řízení výroby v reálném čase v zemědělském podniku. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1982. 83 s.
- WEISS, E.: Btx-Informationspaket. *Landtechnik*, 40, 1985, č. 7/8, s. 328-330.

Došlo dňa 5. 1. 1987

ДЮРИШ, М. — ОСТРОЖЛИК, М. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): *Анализ характеристик случайных величин при комплексной поточной уборке зерновых*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 561-572.

Экспериментальные измерения проводили в районе Левице со следующим набором машин: зерноуборочные комбайны Е 512, Е 516; отвоз зерна — 3-8011 + прицеп П-73-СМ, Прага С5Т-2, Шкода 706 РТС; подбор соломы — К-453, НТВС-4, П-73-СГ. Одновременно с экспериментальными измерениями наблюдались эти случайные величины: урожай зерна, рабочие скорости зерноуборочных комбайнов, время наполнения бункеров, расстояния транспортировки зерна, скорости транспортных средств с грузом, порожняком, производительность набора машин для уборки соломы, массы груза, время передвижения транспортных средств порожняком. Расчеты характеристик случайных величин и применение их по разным законам распределения производились вычислительной машиной WANG; распределение экспериментальных данных (значений) рабочих операций в технологическом процессе проводилось путем выравнивания.

экспериментальные измерения; наборы машин

ĐURIŠ, M. — OSTROŽLÍK, M. (University of Agriculture, Nitra): *Analysis of the Characteristics of Random Quantities within the Complex Continuous System of Grain Harvesting*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 561-572.

In the Levice district, the following combinations of machines were subjected to experimental measurements: grain harvester-threshers E-512, E-516, grain hauled by the Z-8011 tractor + P-73 SM trailer, Praga S5T-2, Škoda 706 RTS, straw cleared by K-453, NTVS-4, P-73 machines. The following random quantities were recorded within the experimental measurements: grain yield, speeds of operation of the harvesters, performance of the harvesters, times of bin filling with grain, grain weight in bins, time of bin discharging, grain haulage distance, speeds of loaded and empty trucks or tractor + trailer combinations, performance of the straw picking mechanisms, weight of straw load, riding times of the straw hauling vehicles, time of straw discharging from the vehicles, riding times of the vehicles without load of straw. The calculation of the characteristics of random quantities and the adjustment according to different distribution laws were performed by means of the WANG computer and the experimental values of the work operations within the technological process were distributed through adjustment.

experimental measurement; combination sets of machines

ĐURIŠ, M. — OSTROŽLÍK, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Analyse der Charakteristika der Zufallsvariablen beim Komplexfließverfahren der Getreidernte*. Zeměd. Techn., 33, 1987 (9) : 561-572.

Im Kreis Levice nahmen wir experimentelle Messungen mit folgenden Maschinensätzen vor: Mähdrescher E-512, E-516, Kornabfuhr Z-8011 + Anhänger P-73 SM, Praha S5T-2, Škoda 706 RTS, Strohbergung K-453, NTVS-4, P-73 SH. Im Rahmen der experimentellen Messungen untersuchten wir folgende Zufallsvariablen: Korn-ertrag, Arbeitsgeschwindigkeiten der Mähdrescher, Leistung der Mähdrescher, Beschickungszeit der Körnerbunker, Leerungszeit der Bunker, Geschwindigkeiten der Transportmittel mit und ohne Ladung, Aufnahmevermögen der Strohbergungsaggregate, Masse der Strohladung, Fahrzeiten der Transportmittel ohne Strohladung. Die Berechnungen der Charakteristika der Zufallsvariablen und Anpassungen, den verschiedenen Gesetzen der Verteilung nach, wurden mit Hilfe des Computers WANG vorgenommen und die Verteilung der experimentellen Werte der Arbeitsoperationen wurde mittels Anpassung durchgeführt.

experimentelle Messungen; Maschinensätze

Adresa autorov:

Prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Milan Ostrožlík, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 01 Nitra

ZVYŠOVÁNÍ KVALITY POTRAVIN

V dubnu roku 1987 se v Praze konalo XXIX. plenární zasedání členů ČSAZ. Těžištěm jeho jednání byl významný úkol celého zemědělsko-průmyslového komplexu — zvyšování kvality potravin.

V hlavním referátu i v diskusních vystoupeních byl analyzován současný stav v zabezpečování kvalitních potravin a byly vytypovány hlavní články, na které bude zaměřena pozornost při dalším zvyšování jakosti potravin v celém jejich výrobním řetězci. Bylo zdůrazněno, že je třeba vypracovat standardy jakosti potravinářských výrobků s ohledem na to, že současné normy neplní v celé šíři svůj úkol a nedostatečně stimulují zvyšování jakosti. Bylo konstatováno, že mezi jakostí potravinářských výrobků kodifikovanou technologickými normami a jakostí požadovanou spotřebitelem se projevují rozpory. Vážným problémem v jakosti potravin je její hygienická kvalita, na kterou nepříznivě působí chemická kontaminace potravinářských surovin v celém výrobním řetězci. Z hlediska racionální výživy bylo doporučeno omezovat přísun těch výživových faktorů, u nichž se výživové dávky trvale překračují, a naopak orientovat se na zvýšení těch výživových látek, které jsou nedostatečné. Velký význam pro zabezpečení kvality potravin má rozvoj obalové techniky i balicích strojů. Rozhodujícím článkem pro to, aby se celková úroveň kvality potravinářských výrobků zvýšila, je vlastní zabezpečení dodávek strojů a zařízení pro potravinářský průmysl.

Zemědělská a potravinářská technika, a to ve vzájemné vazbě, je důležitým faktorem pro zvyšování jakosti potravin. Potravinářský i zemědělský stroj je navrhován — konstruován tak, aby především zajistil předepsaný proces zpracování. Tento proces je třeba exaktně definovat. U konkrétního stroje však přistupuje i zadání výrobní kapacity, produktivity práce, rovnoměrnosti a přesnosti výroby, počtu potřebných strojů, ekonomické efektivnosti zařízení atd. Zadání úkolu je důležité, protože od něho se odvíjí výsledek práce technika.

Návaznost zemědělské a potravinářské techniky je nezbytná, vždyť sklizeň produktu a jeho meziuskładnění představují první část zpracovatelské potravinářské výroby. Zcela zřejmé je to u všech produktů s nízkou údržností a tam, kde se po potravinářském zpracování velká část suroviny vrací do zemědělství (např. jako krmivo).

Hlavním požadavkem je nepoškozený zemědělský výrobek. U tuhých — kusových produktů musí být zachována celistvost, je nutné zabránit rozlomení, vrypům, trhlinám, odřeni či otlačení, aby se zamezilo pronikání nečistot, mikrobiální i chemické kontaminaci. Stejně nebezpečné je poškození vnitřní struktury, a tudíž mechanické namáhání tělesa produktu (tlakem, smykem, tahem) nesmí překročit mezní hodnoty. Pro to tedy je znalost mechanických, fyzikálních vlastností zemědělských materiálů tak důležitá. Je nezbytné vyloučit směšování šarží, ať tekutých či kusovitých, o různých hladinách kontaminace. Popisované defekty lze omezit vhodnou koncepcí zemědělské techniky a dále lepším propracova-

váním svozu i meziskladování produktů, zpravidla při zkrácení či vyloučení těchto manipulačních operací. Před potravinářským zpracováním se musí přednostně a včas zařazovat operace účinného třídění, zejména před mletím, mělněním, mícháním apod.

S jakostí potravin velmi úzce souvisí hlediska, která se zahrnují do kategorií hygieny, sanitace, čištění a aseptičnosti. Nejde jen o to, aby před započatím výroby byl stroj či zařízení dokonale vyčištěn, popř. sterilován, ale o to, aby se tyto hygienické podmínky udržely po celou potřebnou dobu výroby, a to i při nutných združeních, odběrech vzorků, poruchách chodu apod. Proto jsou specifikovány zásady pro stavbu strojů, zařízení a pro jejich provoz. Z poznatků, jež tuto sféru přímo ovlivňují, uvádím: užití vhodných konstrukčních materiálů a úprava jejich povrchu, styk potravin s nezávadným okolním prostředím (vzduchem, párou, vodou); řízení toku potravin v aparátu, zajišťující rovnoměrnost opracování; zásada samovyprazdňování; kompaktnost pracovních prostorů; těsnost zařízení; automatizované způsoby čištění a mytí; přístupnost k pracovním plochám atd.

Ing. Miloslav A d a m, CSc.

Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění prací rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě prací.

Jednotlivé práce nemají přesáhnout rozsah 12 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky, odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezerky). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačí tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní název práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Je nutné vyvarovat se v názvu obecných frází jako: Studie o... Příspěvek k... Pokus o..., každý zaslaný článek musí být samostatnou prací, nemohou být publikovány články na pokračování, označené např.: Studie o... I., II., III., atd., stejně tak jsou vyloučeny podtitulky článků.

Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem autorů, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se

řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna, a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnižší počet autorů.

Materiál a metody — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metod by měl umožnit, aby kdokoliv z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá v práci zkratk jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vypsány, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratk nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.

INHALT

Ondráček J., Rauscher J.: Präzisierende Berechnungsmethoden zur Optimierung der Arbeit von Dieselmotoren	524
Stefánik F., Haš S., Macháčková M.: Analyse der energetischen Parameter von Sonnenkollektoren für Lufterwärmung	537
Groda B., Seknička M.: Qualitative Beschaffenheit langfristig gelagerten Obstes	559
Đuriš M., Ostrožlík M.: Analyse der Charakteristika der Zufallsvariablen beim Komplexfließverfahren der Getreideernte	572



Rukopisy odevzdány k tisku 27. 5. 1987 — Podepsáno k tisku 3. 8. 1987

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1987

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.