

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

5

ROČNÍK 27 (LIV)
PRAHA
KVĚTEN 1981
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1981

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

■
Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует об-
зоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по
научному исследованию в области сельскохозяйственной техники.
Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Инсти-
тут научно-технической информации по сельскому хозяйству. Вы-
ход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

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

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

J. Souček

SOUČEK, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Rozměrové hodnocení bulvy cukrovky*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5): 257–268.

Řešení moderních zemědělských strojů je podmíněno znalostí všech faktorů ovlivňujících konstrukci. V současné době je to zejména vysoká výkonnost, minimální hmotnost a energetická náročnost. Tyto úkoly je možné úspěšně plnit využitím automatizace. Aby tento problém mohl být řešen, je nutné znát parametry zpracovaného materiálu jako vstupního poruchového signálu systému automatického řízení. V daném případě jsou poruchovým signálem při sklizni cukrovky rozměrové parametry bulvy – šířka a délka. Proto jsme změřili větší množství realizací, tj. sledů parametrů bulev v řádku v různých půdních a klimatických podmínkách, a zjištěné údaje jsme vyhodnotili metodami dynamické statistiky (stanovili jsme hodnoty korelačních křivek a výkonových spektrálních hustot, rozptyl atd.) Rozbor a vzájemné porovnání statistických hodnot parametru šířka a délka bulvy ukázal jejich velmi těsnou vazbu. Z toho důvodu byly zpracovány hodnoty poměru šířka : délka. Výsledky potvrdily předpoklad, že mezi šířkou a délkou bulvy existuje dosti stálý poměr s určitým statistickým rozložením. Tohoto poznatku lze využít např. při řešení snímače délky bulvy oklikou přes měření šířky bulvy.

bulva cukrovky; rozměry bulvy, korelační funkce; výkonová spektrální hustota

Rozvoj moderní zemědělské výroby je mimo jiné podmíněn rozvojem mechanizace, a to především využitím poznatků vědy v oblasti zemědělské výroby, stavby strojů apod. S rostoucí výkonností zemědělské techniky se však dostává do popředí nejen otázka kvantity a kvality práce vykonávané technikou, ale i energetická náročnost a zejména opotřebení pracovních orgánů a s tím související dimenzování konstrukce. Z tohoto důvodu je k řešení optimální konstrukce stroje nutné znát průběhy dynamického zatěžování, zejména dynamické parametry vnějších působících signálů. Prakticky to znamená v konkrétních podmínkách získat měřením a vyhodnocením metodami dynamické statistiky parametry poruchových signálů působících na soustavu.

Z tohoto hlediska je jednou z důležitých plodin cukrovka, u níž při sklizni bulev dochází ke ztrátám, poškozování a k neodpovídajícímu energetickému příkonu při vyorávání vlivem nesprávného zahloubení pracovních orgánů. Řešení této problematiky je mimo jiné závislé na znalosti průběhu (sledu) parametrů po sobě jdoucích bulev jako poruchového signálu působícího např. prostřednictvím snímače na okruh automatické regulace, tj. na znalosti statistických parametrů těchto realizací.

METODIKA

Zvyšování výkonnosti zemědělské techniky v polní výrobě s sebou přináší i negativní vlivy, mimo jiné např. v podobě nárůstu hmotnosti a složitosti stroje a s tím souvisejícího nárůstu energetického příkonu. U strojů pro sklizeň bulev cukrovky lze energetickou

bilanci zlepšit např. automatickou regulací zahlobení pracovních orgánů podle délky bulvy. Tím se sníží nejen pracovní odpor, ale zároveň i procento ztrát a poškození buly.

K tomu, aby mohl být tento problém řešen, je nutné znát rozměrové parametry bulvy v době sklizně a rozměrovou proměnnost jednotlivých jedinců jdoucích po sobě v řádku. Tato proměnnost je dána větším počtem vlivů (odrůdou, typem, druhem a přípravou půdy, složením a množstvím živin, klimatickými podmínkami během vegetace atd.). Proto bylo nutné vyhodnotit větší počet měření z různých podmínek a získat tak pokud možno objektivní výsledky.

Cílem bylo získat podklady, resp. parametry bulvy cukrovky v řádku jako vstupního signálu působícího na soustavu (sklizeč), pro řešení problematiky automatizace, popř. i dalších problémů, porovnat je a vyhodnotit.

V literatuře se pro obdobná zpracování realizací metodami dynamické statistiky doporučuje minimální délka měřeného úseku 50 až 300 m nebo minimálně 400 až 500 údajů, a to s ohledem na stacionaritu průběhu (z hlediska statistiky) a na možnost zahrnout do zpracování i nižší frekvence.

S ohledem na objektivnost výsledků je nutné vždy zpracovat větší počet měření z různých známých podmínek (odrůda, druhy půdy, klimatické podmínky). Bulvy cukrovky jsme měřili ručně (šířku a délku).

Vlastní měření probíhalo tak, že na vytyčeném úseku se sklídila řepa včetně odkrojení chrástu klasickým ručním způsobem s tím, že bulvy byly očíslovány tak, jak po sobě v řádku následovaly. Na stabilním pracovišti byly potom měřeny. U bulvy se měřila největší šířka bez ohledu na její tvar, což odpovídalo záměru práce. Naměřené hodnoty byly dále na počítači zpracovány metodami dynamické statistiky.

Při řešení technických problémů metodami dynamické statistiky se používá vstupních signálů charakterizovaných korelačními funkcemi, resp. výkonovými spektrálními hustotami. Pro stochastické, ergodické a stacionární procesy s konečnou délkou trvání platí pro výpočet experimentální autokorelační křivky v normovaném tvaru pro centrovany průběh na číselném počítači:

$$R_{xx}(\tau_m) = \frac{1}{D(N-m)} \sum_{k=1}^{k=N-m} (x_k \cdot x_{k+m}) \quad (1)$$

a z toho (Fouriérovou transformací) výpočet experimentální křivky výkonové spektrální hustoty v normovaném tvaru:

$$S_{xx}(\omega_j) = \frac{2 \Delta t}{\pi} \sum_{k=0}^{k=M} R_{xx}(\tau_k) \cdot \cos(\omega_j \cdot \tau_k) \quad (2)$$

- kde: D — rozptyl odchylek od střední hodnoty
 $R_{xx}(\tau_m)$ — korelační funkce
 $S_{xx}(\omega_j)$ — výkonová spektrální hustota
 N — počet bodů digitalizované realizace
 m — velikost korelačního zdvihu
 x_k — parametr k -tého bodu (pořadnice)
 Δt — vzdálenost bodů x
 M — počet bodů korelační křivky
 ω — kruhová frekvence

Při aplikaci metod dynamické statistiky na řešení konkrétních případů, např. zkoumání, jak se chová regulační systém pod vlivem náhodného děje modelováním na samostatném počítači, je nutné generovat tyto náhodné děje se stejnými statistickými parametry, jako mají skutečné. Z toho důvodu je nutné vypočtené křivky aproximovat vhodným analytickým vztahem. Pro daný účel je v literatuře uvedena řada regresních rovnic, jejichž průběh odpovídá průběhům křivek podle vztahu (1) s různým stupněm přesnosti

shody. Po zpracování prvních měření se ukázaly jako vyhovující vztahy (v normovaném tvaru) pro korelační funkci (3), resp. výkonovou spektrální hustotu (4) ve tvaru:

$$R_{xx}(\tau) = e^{-\alpha\tau} \cdot \cos \beta\tau \quad (3)$$

$$S_{xx}(\omega) = \frac{2\alpha}{\pi} \frac{\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2}{(\omega^2 - \alpha^2 - \beta^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2} \quad (4)$$

přičemž parametry α a β se určí podle Lureho (1970) ze vztahů:

$$\alpha = \frac{\beta}{\pi} \lg \left| \frac{1}{R_{xx}(\tau_1)} \right| \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\pi}{2\tau_0} \quad (6)$$

kde: $R_{xx}(\tau_1)$ — první záporné maximum korelační křivky
 τ_0 — vzdálenost bodu prvního $R_{xx}(\tau) = 0$ od počátku

Hodnota frekvence ω , resp. vlnové délky L , při které křivka S_{xx} podle rovnice (4) dosahuje svého maxima, je vypočtena ze vztahů

$$\omega_{xx \max} = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \quad (7)$$

$$L_{xx \max} = \frac{2\pi}{\omega_{\max}} \quad (8)$$

Změřené realizace byly před vlastním zpracováním centrovány a pomocí tzv. klouzavého průměru byl vyrovnán jejich průběh. Tyto úkony, včetně výpočtu podle vztahu (1) a (2), byly pomocí odpovídajícího programu provedeny počítačem.

ROZBOR VÝSLEDKŮ

Na základě stanoveného postupu a cíle řešení se měření uskutečnilo v reálných podmínkách. Měřené úseky jsme vybírali tak, aby byly v dostatečné vzdálenosti od okraje pozemku nebo cesty a aby porost byl pokud možno plošně vyrovnaný, především z hlediska minima prázdných ploch. Počet jedinců jedné realizace (souboru) byl volen v rozsahu 400 až 500, jak je podle řešení metodami dynamické statistiky požadováno. Údaje jsou shrnuty v tab. I. Současně jsme měřili i největší šířku bulvy a její délku od odkrojené části až po kořen do průměru 1 cm.

Ke stanovení obecnějších výsledků byly jednotlivé parametry podrobeny samostatnému rozboru; z toho důvodu jsme sestavili tabulky rozdělení hodnot určitého parametru ze všech realizací.

V tab. II a III je uvedeno rozdělení četností rozptylu odchylek od střední hodnoty délky a šířky bulvy.

Z tab. II je zřejmé, že hodnota rozptylu ze všech měření se nejčastěji pohybuje v rozmezí 16 až 18 cm², a to dosti výrazně — v daném případě ve 34,5 % z celkového rozmezí přibližně 8 až 32 cm². V tab. III je uvedeno rozdělení rozptylu šířky bulvy od střední hodnoty. S ohledem na potřeby řešení technických problémů sklizňové techniky, zejména automatizace (vstupní parametr automatizovaného systému), jsme měřili maximální šířku. Jak z tab. III vyplývá, objevuje se i zde výrazné maximum — 34,5 % v pásmu 3 až 5 cm² z celkového rozmezí přibližně 3 až 8 cm². Střední hodnota rozptylu u délky je 18,3 cm², u šířky 4,71 cm². Porovnáme-li hodnoty maximálního výskytu,

I. Podmínky měření — Conditions of measuring

Soubor	Místo měření	Druh půdy	Odrůda cukrovky	Výnos bulvy (t. ha ⁻¹)	Klimatické podmínky v době vegetace
1—3	Opava	JH	Dobrovická A	59,0	srážkově nadnormální, teplotně kolem normálu
4	Práskavka	H	Dobrovická C	35,4	srážkově nadnormální, teplotně normální až slabě podnormální
5	Hostivice	JH	Dobrovická C	34,5	
6	Uhřetěves	H	Dobrovická C	45,0	
7	Kovansko	JH	Dobrovická V	20,0	
8	Sekeřice	JH	Dobrovická A	52,3	srážkově podnormální, teplota nadnormální
9	Kozojedy	JH	Dobrovická A	48,0	srážkově i teplotně slabě podnormální
10—11	Výčapy	H	Dobrovická A	47,1	srážkově slabě nadnormální, teplotně normální
12—25	Výčapy	H	Dobrovická A	30,1	srážkově podnormální, teplotně vyhovující
26	Ruzyně	JH	Dobrovická A	36,6	srážkově silně podnormální, teplotně nadnormální
27			Dobrovická C	31,8	
28	Ruzyně	JH	Dobrovická A	72,5	srážkově normální, teplotně podnormální
29			Dobrovická C	62,1	

JH — jílovito-hlinitá

H — hlinitá

II. Četnosti rozptylu D — délka bulvy — Frequencies of variance D — root length

D (cm ²)	<12,0	12,0— —13,9	14,0— —15,9	16,0— —17,9	18,0— —19,9	20,0— —21,9	22,0— —23,9	24,0— —25,9	>26,0
Četnosti (%)	3,4	3,5	17,2	34,5	10,4	10,3	13,8	3,5	3,4

Střední hodnota ze všech měření D = 18,3 cm²

III. Četnosti rozptylu D — šířka bulvy — Frequencies of variance D — root width

D (cm^2)	2,00— —2,99	3,00— —3,99	4,00— —4,99	5,00— —5,99	6,00— —6,99	7,00— —7,99
Četnosti (%)	6,9	34,5	24,1	10,4	17,2	6,9

Střední hodnota ze všech měření $D = 4,71 \text{ cm}^2$

střední hodnoty a celkové šíře pásem v tab. II a III u parametru D , je zřejmé, že mezi těmito dvěma sledovanými veličinami (délka a šířka) existuje úzká vazba. Poměr těchto hodnot je přibližně 4, přesněji řečeno 2^2 , protože se jedná o rozptyl.

Koeficienty korelačních funkcí, resp. výkonových spektrálních hustot α a β byly vypočteny z experimentálních korelačních křivek a rozděleny do tříd podle výskytu, jak je uvedeno v tab. IV až VII. U délky tab. IV je největší výskyt v pásmu $(25 \div 27) 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$, a to ve 24,1 % z celkové šíře $(17 \div 45) 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$. U šířky (tab. V) je výrazné maximum četnosti v pásmu $(25 \div 27) 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$, a to plných 44,8 % z celkového rozmezí $(19 \div 41) 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$. Porovnáme-li pásma maximálního výskytu a celkové rozmezí hodnot koeficientu u šířky a délky, zjišťujeme výraznou číselnou shodu.

IV. Četnosti parametru α — délka bulvy — Frequencies of parameter α — root length

$\alpha \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	16— —18	19— —21	22— —24	25— —27	28— —30	31— —33	34— —36	> 36
Četnosti (%)	3,5	10,1	7,1	24,1	10,3	6,9	20,7	17,2

Střední hodnota ze všech měření $\alpha = 30,4 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

V. Četnosti parametru α — šířka bulvy — Frequencies of parameter α — root width

$\alpha \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	19— —21	22— —24	25— —27	28— —30	31— —33	34— —36	> 36
Četnosti (%)	6,9	7,0	44,8	13,8	17,2	3,4	6,9

Střední hodnota ze všech měření $\alpha = 28,2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

Koeficient α ve vztahu (3) určuje velikost útlumu kmitavého průběhu korelační křivky a zároveň maximum hodnoty křivky spektrální hustoty. Jeho velikost je podle rovnice (5) úměrná koeficientu β a nepřímo úměrná logaritmu prvního záporného maxima experimentální korelační křivky. S ohledem na použití v technické praxi je žádoucí, aby korelační křivka měla dostatečný útlum, tj. vyšší hodnotu koeficientu α . Z toho vyplývá nižší hodnota maxima křivky spektrální hustoty a přesun jejího vrcholu podle vztahu (7) do oblasti vyšších frekvencí. V daném případě, jak vyplývá z rozboru dalších parametrů a nejnázorněji u frekvence ω , je číselná velikost hodnot relativně vysoká. Tato skutečnost je mj. ovlivněna omezenou délkou realizace (v daném případě 300 až 600

jedinců, resp. přibližně 100 až 200m úseky) a nutností používat vyrovnávacích úseků. Střední hodnota koeficientu α u délky a šířky je ze stejných důvodů jako u rozptylu opět poněkud vyšší než uvedené pásmo maximálního výskytu. Je nutno uvést, že číselně není hlavní rozmezí pásma přibližně $(19 \div 40) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ příliš velké z hlediska vlivu na průběh korelačních, resp. spektrálních křivek, a tudíž eventuální použití přesné maximální hodnoty z tab. IV a V nebude kritické.

VI. Četnosti parametru β — délka bulvy — Frequencies of parameter β — root length

$\beta \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	40— —44	45— —49	50— —54	55— —59	60— —64	65— —69	70— —74	75— —79
Četnosti (%)	13,8	6,9	27,6	27,6	3,5	6,9	3,4	10,3

Střední hodnota ze všech měření $\beta = 56,6 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

U délky (tab. VI) je největší četnost 27,6 % v pásmech v celkovém rozmezí $(50 \div 59) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ s předpokládaným vrcholem okolo hodnoty $55 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ z celkové šíře pásma $(40 \div 80) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$. U šířky bulvy (tab. VII) je největší četnost 37,9 % v pásmu $(50 \div 54) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ s předpokládaným vrcholem okolo hodnoty $54 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$, a to s ohledem na četnost 27,6 % v pásmu $(55 \div 59) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$. Porovnáme-li, jako u koeficientu α , pásma maximálního výskytu, střední hodnoty a celkové rozmezí hodnot koeficientu β u délky a šířky, jde zde opět patrná shoda hodnot.

VII. Četnosti parametru β — šířka bulvy — Frequencies of parameter β — root width

$\beta \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	45— —49	50— —54	55— —59	60— —64	65— —69	70— —74	75— —79
Četnosti (%)	6,9	37,9	27,6	7,0	10,3	6,9	3,4

Střední hodnota ze všech měření $\beta = 57,8 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

Velikost koeficientu β v praxi ve většině posuzovaných případů rozhodující měrou ovlivňuje nejen hodnotu parametru α podle vztahu (5), a tím i velikost $S_{xx}(\omega)_{\max}$, ale i hodnotu kruhové frekvence $\omega_{xx \max}$ podle rovnice (7), resp. velikost vlnové délky $L_{xx \max}$ podle rovnice (8), při které křivka $S_{xx}(\omega)$ dosahuje maxima. S ohledem na řešení technických problémů je žádoucí, aby hodnota koeficientu β byla co nejnižší. Prakticky to v daném případě znamená, aby se velikost bulev v řádku za sebou měnila pozvolna a aby rozdíl velikosti sousedních bulev byl minimální (experimentální korelační křivka s větší hodnotou τ_0 (vztah 6) a z toho podle vztahů (7) a (6) vyplývající nižší frekvence, resp. větší vlnová délka pro $S_{xx}(\omega)_{\max}$).

Kruhová frekvence $\omega_{xx \max}$ je vypočtena pomocí vztahu (7). U délky (tab. VIII) je největší četnost 37,9 % v pásmu $(60 \div 59) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ s předpokládaným vrcholem okolo hodnoty $60 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ s ohledem na četnost 27,6 % v pásmu $(50 \div 59) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$. U šířky (tab. IX) je největší četnost 58,6 % v pásmu $(55 \div 64) \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$ s předpoklá-

VIII. Četnosti parametru ω — délka bulvy — Frequencies of parameter ω — root length

$\omega \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	40–49	50–59	60–69	70–79	80–89
Četnosti (%)	10,3	27,6	37,9	10,4	13,8

Střední hodnota ze všech měření $\omega = 64,2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

IX. Četnosti parametru ω — šířka bulvy — Frequencies of parameter ω — root width

$\omega \cdot 10^{-3}$ (cm^{-1})	45–54	55–64	65–74	75–84	85–94
Četnosti (%)	3,4	58,6	24,1	7,0	6,9

Střední hodnota ze všech měření $\omega = 64,4 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$

daným maximem okolo hodnoty $69 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cm}^{-1}$, a to s ohledem na četnost 24,1 % v sousedním pásmu.

Vzhledem k tomu, že hodnota $\omega_{xx \max}$ je vypočtena z koeficientů α a β , platí i pro tento parametr všechny uvedené vývody.

S ohledem na předchozí výsledky byly sestaveny tabulky četnosti délky a šířky (tab. X a XI). Zde jsou uvedeny ukázky deseti souborů. U ostatních jsou průběhy obdobné. Nápadná shoda průběhu polygonů četnosti šířky a délky a hodnoty koeficientu korelace pohybující se v rozmezí 0,5 až 0,7 pro všechny soubory vedla k samostatnému zpracování těchto dvou parametrů, to znamená stanovení poměru délky a šířky. Výsledek v podobě tabulky četnosti pro těchto deset souborů je uveden v tab. XII.

Ze srovnání hodnot v jednotlivých třídách, včetně maxima v tab. XII a údajů v tab. I, vyplývá skutečnost, že hodnota maxima v určitém pásmu je shodná, jsou-li shodné klimatické podmínky v době vegetace, stejná odrůda cukrovky a shodná agrotechnika. Např. pro odrůdu 'Dobrovická A' se při velmi suchém roce poměr šířky a délky bulvy (maximum, střední hodnota) pohyboval v pásmu přibližně 0,40 až 0,45. U těžé odrůdy se při srážkové a teplotně normálních podmínkách hodnota poměru pohybovala přibližně v rozsahu 0,50 až 0,55. Z rozložení je dále patrné, že téměř 50 % všech hodnot je v pásmu „maximum“ $\pm 0,1$. Tato skutečnost umožňuje využití tohoto poznatku pro oblast automatizace strojů na sklizeň cukrovky, zejména u sklizečů bulvy, např. pro regulaci hloubky vyorávacích těles měřením šířky bulvy a jejím přepočtem (převodem) na délku bulvy, resp. zahloubení pracovních orgánů. Zároveň je možné uvedených snímačů, resp. jejich součtových signálů, využít pro automatické směrové řízení sklizeče nebo samostatných vyorávacích orgánů v řádku. Optimální vazbu mezi zahloubením těles a délkou bulvy je možné stanovit v případě realizace automatiky vyzkoušením v reálných podmínkách pro určitou odrůdu a konkrétní typ stroje, tj. stanovit „konstantu“ stroj — řepa.

Praktické stanovení konstanty je dále zdůvodněno skutečností, že mechanická část regulačního okruhu (pracovní orgány a příslušná část silové hydrauliky) nemůže s ohledem na vyšší hmotnosti a momenty setrvačnosti pracovat s vysokou frekvencí, to znamená, že nelze měnit zahloubení, eventuálně ani směrovou odchylku pracovních orgánů

X. Četnosti délek bulev (‰) — Frequencies of root lengths (‰)

Soubor	Interval i a jeho hodnota (cm)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18	18—20	20—22	22—24	24—26	26—28	28—30	32—34	34—36
1+3	0,4	1,8	4,7	10,4	12,9	15,1	15,9	14,6	9,9	7,3	3,7	1,8	1,5
4	6,1	3,8	9,5	11,2	17,0	15,9	13,4	13,6	5,3	2,5	1,1	0,6	
5	3,0	4,9	7,7	10,0	16,6	13,8	16,4	11,3	6,8	5,5	2,1	1,3	0,6
6	0,6	2,5	5,4	11,1	15,2	18,0	15,3	16,1	8,8	2,9	3,1	0,8	0,2
7	3,1	7,3	11,0	16,2	20,8	18,0	14,3	6,2	2,1	0,8		0,2	
8	8,0	10,8	12,8	17,5	17,3	13,8	8,2	4,7	3,7	1,7	1,0	0,5	
9	5,0	2,3	6,7	11,7	9,7	11,3	16,0	14,0	10,0	6,0	3,3	2,3	1,7
10	2,6	5,0	12,4	21,7	18,1	14,3	13,6	5,4	3,5	2,0	0,6	0,7	0,1

XI. Četnosti šířek bulev (‰) — Frequencies of root widths (‰)

Soubor	Interval <i>i</i> a jeho hodnota (cm)													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17	17–18
1+3	0,3	1,4	2,8	7,3	11,1	12,6	16,5	14,3	13,3	9,4	5,8	3,7	0,8	0,7
4	7,2	5,5	11,4	14,6	20,6	19,9	11,4	5,3	2,8	1,1	0,2			
5	8,3	10,0	8,1	16,8	20,7	15,5	11,9	6,6	1,9	0,2				
6	2,1	2,7	6,1	12,3	18,2	23,0	18,4	11,0	5,0	1,0	0,2			
7	3,7	5,0	9,5	13,5	19,1	20,8	15,8	7,9	3,3	1,2	0,2			
8	4,7	7,0	12,8	15,8	16,3	16,8	15,0	7,7	3,2	0,7				
9	2,0	4,0	6,7	6,7	10,0	12,7	10,7	15,0	15,0	6,3	6,3	3,0	1,6	
10	0,4	3,9	7,3	11,1	16,4	15,6	18,6	10,3	7,5	4,6	2,1	1,6	0,2	0,4

XII. Rozdělení četnosti poměru šířky a délky bulvy (‰) — Distribution of the frequency of root width and length ratio (‰)

Soubor	Interval četnosti $i \cdot 10^{-2}$													Střední hodnota poměru
	<30	30— —34	35— —39	40— —44	45— —49	50— —54	55— —59	60— —64	65— —69	70— —74	75— —79	80— —84	>85	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,6	4,2	11,4	14,4	24,4	20,2	12,6	6,0	4,0	0,8	1,0	0,4	0,53
2	0,2	1,2	4,0	11,0	15,2	23,4	19,8	9,8	8,8	4,0	1,4	0,2	1,0	0,53
3		2,8	5,8	11,2	14,2	25,8	14,2	11,8	5,6	4,8	2,4	0,6	0,8	0,52
4	2,5	7,8	13,4	21,0	15,5	17,7	11,2	4,2	3,2	1,3	1,1	0,6	1,0	0,46
5	6,6	11,3	21,9	21,5	12,3	12,1	6,6	3,2	2,6	1,1	0,4	0,2	0,2	0,42
6	1,0	5,8	13,4	20,0	17,8	18,6	10,9	7,1	2,5	1,5	0,6	0,6	0,2	0,47
7	0,4	2,7	8,9	14,1	15,6	19,3	14,1	9,4	5,2	5,2	2,7	0,8	1,6	0,51
8	0,8	3,0	8,2	14,0	12,8	17,5	15,8	8,7	6,0	5,2	2,0	2,0	4,0	0,52
9	1,0	3,7	9,7	14,0	11,7	21,3	12,0	12,0	4,3	3,7	2,1	0,6	3,3	0,51
10	0,6	2,6	7,0	11,1	11,4	19,4	14,5	10,3	7,7	3,3	4,4	3,5	4,2	0,54

pro každou řepu v řádku (viz parametry korekčních funkcí, především frekvence $\omega_{\max}$), nýbrž sledovat (po zařazení korelačního členu) nižší frekvence určované především většími jedinci.

ZÁVĚR

V předchozích kapitolách byl proveden rozbor výsledků měření porostu cukrovky z hlediska rozměrů bulvy cukrovky, tj. šířky a délky bulvy, v různých půdních a klimatických podmínkách. Naměřené hodnoty byly zpracovány metodami dynamické statistiky při maximálním využití výpočetní techniky na korelační funkce a výkonové spektrální hustoty pro jednotlivé realizace a parametry. Rozbor a vzájemné porovnání statistických hodnot parametru šířka a délka bulvy ukázal jejich těsnou vazbu. Z tohoto důvodu byly zpracovány hodnoty poměru šířka : délka. Výsledky potvrdily předpoklad, že mezi šířkou a délkou bulvy existuje dosti stálý poměr s určitým statistickým rozložením. Tohoto poznatku lze využít např. právě při řešení snímače délky bulvy (v zemi) oklikou přes měření šířky bulvy. Pro přímé měření délky by bylo zapotřebí technicky náročné zařízení. Snímačů šířky je možné navíc využít i pro směrové řízení stroje nebo pracovních orgánů, eventuálně obou současně — signál ze snímače určuje nejen šířku bulvy, ale i její polohu vůči pracovnímu orgánu.

Literatura

- BALAKIREV, V. S. — DUDNIKOV, E. G.: Experimentalnoje opredelenie charakteristik promyšlennych objektov upravlenia. Moskva, Enerija 1976.
LURE, A. B.: Statističeskaja dinamika sel'skochozjajstvennych agregatov. Leningrad 1970.
REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Praha, Státní naklad. techn. liter. 1963.
SOUČEK, J.: Statistické hodnocení průběhu řádku cukrovky. Zeměd. Techn., 25, 1979, č. 9, s. 547-556.

Došlo dne 26. 11. 1980

СОУЧЕК, Я. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Определение размеров корня сахарной свеклы. Земед. Techn., 27, 1981 (5): 257-268.

Разработка современных сельскохозяйственных машин обусловлена знанием всех факторов, влияющих на конструкцию. В настоящее время это касается высокой производительности, минимальной массы и энергоёмкости. Эту задачу можно успешно решить при использовании автоматизации. Для решения этой проблемы необходимо знать параметры обрабатываемого материала как входного сигнала повреждения системы автоматического управления. В данном случае сигналом повреждения при уборке сахарной свеклы являются параметры корня — ширина и длина. Поэтому мы измерили большое количество разных вариантов в отношении параметров корней в рядке и их чередований на разных предприятиях и в разных климатических условиях. Полученные данные мы анализировали по методу динамической статистики (определяли величины корреляционных кривых и спектральных плотностей по производительности, дисперсию и т.д.) Анализ и взаимное сравнение статистических данных параметра ширины и длины корня показали их очень тесную взаимосвязь. По этой причине обрабатывались показатели отношения ширина : длина. Результаты подтвердили предположение, что между шириной и длиной корня существует постоянное отношение с определенным статистическим соотношением, что можно использовать при решении конструкции датчика длины корня посредством измерения ширины корня.

корень сахарной свеклы; размеры сахарной свеклы; корреляционная функция; спектральная плотность производительности

SOUČEK, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Size Evaluation of Sugar-Beet Roots*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 257-268.

A condition for designing modern agricultural machinery is the knowledge of all construction factors. These are especially high output, minimal weight and energy consumption. The use of automation enables to fulfil these tasks successfully at present. To solve this problem it is necessary to know the parameters of the processed material as the input failure signals of the automatic operation system. In the given case the failure signals at sugar-beet harvest are the size parameters of the root — width and length. Therefore a greater number of characters — i. e. sequences of root parameters in a row under different soil and climatic conditions were measured and the determined data were evaluated by methods of dynamic statistics (values of correlation curves and output spectral densities, variance etc. were determined). An analysis and mutual comparison of statistical values of the parameters root width and length showed their very narrow relationship. Therefore the values of the ratio width: length were processed. By the results the prerequisite was confirmed that a considerably constant ratio existed between the root width and length with a certain statistical distribution. This knowledge may be used e. g. in the designing of root length sensor by measuring the root width.

sugar-beet root; sugar-beet root size; correlation function; output spectral density

SOUČEK, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy): *Ausmaßbewertung der Zuckerrübenknolle*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 257-268.

Die Lösung moderner Landmaschinen ist durch die Kenntnis aller die Konstruktion bewirkenden Faktoren bedingt. Gegenwärtig sind es vor allem die hohe Durchgangsleistung, minimale Masse und minimaler energetischer Aufwand. Diese Aufgaben können erfolgreich durch Nutzung der Automatisierung erfüllt werden. Um dieses Problem lösen zu können, ist es notwendig die Parameter des zu bearbeitenden Materials als des Eingangsstörungssignals des Systems der automatischen Steuerung zu kennen. Im gegebenen Falle sind das Störungssignal bei der Zuckerrübenerte die Ausmaßparameter der Knolle — die Breite und die Länge. Daher wurde eine größere Anzahl der Realisationen, d. i. der Folgen der Knollenparameter in einer Reihe unter unterschiedlichen Boden- und klimatischen Bedingungen gemessen und die festgestellten Angaben mit Methoden der dynamischen Statistik bewertet (es wurden Werte der Korrelationskurven und der Leistungsspektraldichten, Varianz usw. bestimmt). Die Analyse und der wechselseitige Vergleich der statistischen Werte des Ausmaßes Breite und Länge brachte ihre sehr enge Bindung zum Vorschein. Aus diesem Grunde wurden die Werte des Verhältnisses Breite: Länge verarbeitet. Durch die Ergebnisse wurde die Voraussetzung bestätigt, daß es zwischen der Breite und Länge der Knolle ein ziemlich beständiges Verhältnis mit einer gewissen statistischen Verteilung gibt. Diese Erkenntnis kann z. B. bei der Lösung des Knollenlängegebers durch den Umweg über das Messen der Knollenbreite ausgenutzt werden.

Zuckerrübenknolle; Zuckerrübenausmaße; Korrelationsfunktion; Leistungsspektraldichte

Adresa autora:

Ing. Jan Souček, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

KINETIKA ÚDEROVÉHO MLETÍ A GRANULOMETRICKÉ SLOŽENÍ SEMLETÉHO MATERIÁLU

P. Hnilica

HNILICA, P. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Kinetika úderového mletí a granulometrické složení semletého materiálu*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5): 269–278.

Byl vypracován přibližný model procesu úderového mletí, vycházející z představy o spojitém charakteru dějů v mlecím prostoru. Pomocí diferenciálních rovnic kinetiky prvního řádu jsou odvozeny vztahy pro okamžité množství materiálu v mlecí komoře, pro pravděpodobnost vzniku, setrvání a propadu granulometrických struktur vytvořených určitým počtem zásahů hmoty a pro pravděpodobnost jejich obsahu v semletém produktu. Dále jsou odvozeny vztahy pro střední počet zásahů hmoty kladívky a střední dobu setrvání materiálu v mlecí komoře. Výpočty odpovídají různým situacím v procesu, daným především konstrukcí prostoru a velikostí otvorů mlecího síta. V matematických vztazích vystupují přímo měřitelné časové konstanty charakterizující působení kladívek na hmotu a její propad sítím. V diskusi jsou naznačeny možnosti výpočtu pravděpodobnosti zásahu a propadu v oblasti vstupu do mlecího prostoru a možnosti dalšího zpřesnění výpočtu granulometrického složení produktu mletí. Jsou ukázány souvislosti s přesnějším popisem procesu pomocí pravděpodobnosti dějů v diskrétních intervalech času.

mletí; úderový mlýn; kladívka; matematický model procesu; pravděpodobnost zásahu materiálu kladívky; pravděpodobnost propadu materiálu sítím; doba setrvání v mlecím prostoru; střední počet zásahů hmoty; časové konstanty procesu

Proces úderového mletí popsán pomocí pravděpodobnosti zásahu materiálu kladívky a jeho propadu mlecím sítím v diskrétních časových intervalech, uvedený v předchozím článku (Hnilica, 1981), odpovídá skutečnému charakteru dějů v mlecím prostoru úderového mlýna. Umožňuje také vztáhnout obě uvedené pravděpodobnosti ke statistickým charakteristikám pohybu částic v mleté vrstvě. Jejich přímé experimentální stanovení je však obtížné.

V tomto článku byl proto vypracován poněkud méně přesný model procesu, jehož základní charakteristiky lze snáze experimentálně měřit. Vychází se z předpokladu, že zásah mleté hmoty kladívky a její propad sítím se řídí kinetikou prvního řádu. Odpovídá to obvyklé představě o procesu. Matematické funkce, které jej popisují, jsou spojitě v čase. Relativní přesnost zde uvedeného modelu ve srovnání s přesnějším diskrétním modelem uvedeným dříve (Hnilica, 1981) je dána přesností limitního přechodu nespojitého řešení na spojitě.

ČASOVÉ KONSTANTY PROCESU A KINETICKÉ ROVNICE OKAMŽITÉHO MNOŽSTVÍ MLETÉ HMOTY

PRAVDĚPODOBNOSTI SETRVÁNÍ HMOTY V MLECÍM PROSTORU A PROPADU HMOTY SÍTEM V JEDNOTCE ČASU

Děje v mlecím prostoru mohou být charakterizovány konstantami s tímto významem:

λ — střední hodnota pravděpodobnosti zásahu materiálu kladívky v jednotce času,

α — střední hodnota pravděpodobnosti propadu materiálu mlecím sítem za jednotku času.

V prvním přiblížení lze předpokládat, že konstanty α i λ nezávisí na velikosti částic. Je však třeba rozlišit případ, kdy může sítem propadat materiál dosud kladívky nezasažený a kdy nikoliv. První případ může mít význam z hlediska výzkumu procesu, druhý představuje obvyklou situaci v praxi.

Za předpokladu, že α ani λ nezávisí na množství hmoty v mlecí komoře, budou se zásahy materiálu kladívky i jeho propad sítem řídit rovnicemi kinetiky prvního řádu. Předpoklad bude zjevně dobře splněn, jestliže koncentrace hmoty v mlecím prostoru nebude příliš velká.

a) V případě, kdy může veškerý materiál propadat sítem se stejnou pravděpodobností, řídí se množství hmoty m v mlecím prostoru obecnou kinetickou rovnicí

$$\frac{dm}{dt} = \alpha m + \frac{dM(t)}{dt} \quad (1)$$

kde: $M(t)$ — celková hmotnost materiálu přivedeného do mlýna za čas t

Derivace $dM(t)/dt$ má význam okamžité výkonnosti. Řešením rovnice je konvoluční integrál

$$m = \int_0^t e^{-\alpha(t-\tau)} \frac{dM(\tau)}{d\tau} d\tau \quad (2)$$

c) Za situace, kdy výchozí materiál nemůže sítem propadnout (je pro něj $\alpha = 0$) a alespoň jedenkrát kladívky zasažený propadá s konstantní pravděpodobností ($\alpha = \text{konst.} > 0$), platí vztahy

$$\frac{dm_0}{dt} = -\lambda m_0 + \frac{dM(t)}{dt} \quad (3)$$

$$\frac{d(m - m_0)}{dt} = -\alpha(m - m_0) + \lambda m_0 \quad (4)$$

Řešení rovnice (3) má opět tvar daný konvolučním integrálem (2), v němž se α nahradí konstantou λ . Řešení rovnice (4), provedené pomocí konvoluce, je

$$m - m_0 = \int_0^t e^{-\alpha(t-\tau)} \lambda m_0 d\tau \quad (5)$$

Ze všech předchozích vztahů je zřejmé, že α a λ mají také význam převrácených hodnot časových konstant procesu.

Speciální význam mají řešení předchozích rovnic pro případ, kdy je jednotka hmoty přivedena do mlecího prostoru skokem, tj. když

$$M(t) = \begin{cases} 0 & \text{pro } t < 0 \\ 1 & \text{pro } t \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

Derivací takto definované funkce je Diracova funkce $\delta(0)$. Výsledek řešení rovnice (1) lze pak interpretovat jako pravděpodobnost, s níž jakkoli semletá hmota v mlecím prostoru setrvává, tj. nepropadne sítím za čas t od vstupu do tohoto prostoru:

$$P_s(t) = e^{-\alpha t} \quad (7)$$

Výsledek řešení rovnice (3) pro tento případ odpovídá pravděpodobnosti, že materiál setrvávající v mlecím prostoru po dobu t nebude zasažen kladívky:

$$P_o^s(t) = e^{-\lambda t} \quad (8)$$

Řešení rovnice (4) pro $m - m_o$ a pro stejný způsob vstupu materiálu představuje pravděpodobnost, s jakou alespoň jednou kladívky zasažená hmota setrvává v mlecím prostoru v čase t od okamžiku vpádu do prostoru. Vynásobí-li se uvedená veličina časovou konstantou α , dostane se okamžitá hodnota pravděpodobnosti propadu semleté hmoty sítím za jednotku času

$$\frac{dPP(t)}{dt} = \alpha \frac{\lambda}{\lambda - \alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\lambda t}) \quad (9)$$

Shodný výsledek byl získán v předchozí práci (Hnilica, 1981) jiným způsobem. Jak již bylo v uvedené práci poznamenáno, je možné s využitím této rovnice měřit časové konstanty procesu. Pro případ a), kdy může nesemletý materiál propadnout se stejnou pravděpodobností jako semletý, bude

$$\frac{dPP(t)}{dt} = \alpha e^{-\alpha t} \quad (10)$$

OBSAH STRUKTUR VYTVOŘENÝCH POČTEM i ZÁSAHŮ VEŠKERÉ HMOTY V PROPADLÉM A SETRVÁVAJÍCÍM MATERIÁLU

Granulometrické složení rozmělněného materiálu je ovlivněno relativním obsahem struktur vzniklých po různém počtu úplných zásahů hmoty kladívky. Pravděpodobnost vzniku struktur i -tého řádu může být odvozena za předpokladu, že materiál nepropadá sítím. Přírůstek obsahu struktury i -tého řádu v rotujícím materiálu za jednotku času je pak roven rozdílu přírůstku obsahu struktur téhož a vyššího řádu a obsahu struktur řádu vyššího než i za tutéž dobu. Uvedenou skutečnost, vyjádřenou pomocí pravděpodobností $P_i^V(t)$, lze zapsat diferenciální rovnicí

$$\frac{dP_i^V(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left[1 - \sum_{j=0}^{i-1} P_j^V(t) \right] - \lambda P_i^V(t) = \lambda P_{i-1}^V(t) - \lambda P_i^V(t) \quad (11)$$

Rovnice je rekurentní, přičemž $P_o^V(t) = e^{-\lambda t}$. Je aplikací obecnějších poznatků teorie pravděpodobnosti (Ruark, 1944). Postupným dosazováním za $P_i^V(t)$ se odvodí explicitní vztah

$$P_i^V(t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t} \quad (12)$$

Pravděpodobnost vzniku struktur určitého řádu se tedy řídí Poissonovým rozdělením.

Zásah materiálu kladívky a jeho propad sítím jsou navzájem nezávislé děje. Pravděpodobnost, že v materiálu nepropadlém za dobu t od vstupu do prostoru mletí bude vytvořena struktura i -tého řádu, je proto:

a) v případě, kdy může propadat i nesemletý materiál

$$P_i^s(t) = P_i^V(t) P_s(t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t} e^{-\alpha t} \quad (13)$$

b) v případě, kdy výchozí materiál propadnout nemůže, je

$$P_0^s(t) = e^{-\lambda t} \quad \text{pro } i = 0 \quad (14)$$

Pro $i > 0$ může být $P_i^s(t)$ vypočtena konvolucí. Rovnice (13) může být chápána jako odezva struktury setrvávajícího materiálu na skokový vstup materiálu se strukturou řádu 0. Nahradi-li se index i indexem $i-1$, půjde o odezvu struktury i -tého řádu na vstup alespoň jedenkrát kladívky zasaženého materiálu. Za $dM(t)/dt$ se pro daný případ dosadí do konvolučního integrálu výraz $d(1 - e^{-\lambda t})/dt = e^{-\lambda t}$. Bude

$$\begin{aligned} P_i^s(t) &= \frac{\lambda^i}{(i-1)!} \int_0^t (t-\tau)^{i-1} e^{-(\lambda+\alpha)(t-\tau)} e^{-\lambda\tau} d\tau = \\ &= \frac{\lambda^i}{(i-1)!} e^{-\lambda t} \int_0^t \tau^{i-1} e^{-\alpha\tau} d\tau = \left(\frac{\lambda}{\alpha}\right)^i \frac{e^{-\lambda t}}{(i-1)!} \int_0^{\alpha t} z^{i-1} e^{-z} dz \end{aligned} \quad (15)$$

Integrací *per partes* se získá konečný výsledek

$$P_i^s(t) = \left(\frac{\lambda}{\alpha}\right)^i e^{-\lambda t} \left(1 - e^{-\alpha t} \sum_{j=0}^{i-1} \frac{(\alpha t)^{i-1-j}}{(i-1-j)!}\right), \quad i > 0 \quad (16)$$

Výsledek je ekvivalentní řešení rekurentní diferenciální rovnice

$$\frac{dP_i^s(t)}{dt} = -(\alpha + \lambda) P_i^s(t) + \lambda P_{i-1}^s(t) \quad (17)$$

což lze dobře vidět při řešení pomocí Laplaceovy transformace.

Pravděpodobnost propadu struktury i -tého řádu za čas t od vpádu nesemletého materiálu do mlecí komory je obecně dána rovnicí

$$P_i^P(t) = \alpha \int_0^t P_i^s(\tau) d\tau \quad (18)$$

a relativní obsah této struktury v semletém produktu P_i^V , c toutéž rovnicí při integraci v intervalu $< 0, \infty$). Pro případ, kdy propadá veškerý materiál, je konkrétně

$$a) P_{i,c}^P = \frac{\lambda^i}{i!} \alpha \int_0^\infty t^i e^{-(\alpha+\lambda)t} dt = \frac{\alpha}{\alpha + \lambda} \left(\frac{\lambda}{\alpha + \lambda}\right)^i; \quad i \geq 0 \quad (19)$$

Když výchozí materiál nepropadá, je

$$c) P_{i,c}^P = \alpha \left(\frac{\lambda}{\alpha}\right)^i \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[1 - e^{-\alpha t} \sum_{j=0}^{i-1} \frac{(\alpha t)^{i-1-j}}{(i-1-j)!}\right] dt =$$

$$\begin{aligned}
&= a \left(\frac{\lambda}{a} \right)^i \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{a^{i-1-j}}{(i-1-j)!} \sum_{j=0}^{i-1} \int_0^{\infty} t^{i-1-j} e^{-(a+\lambda)t} dt \right] = \\
&= a \left(\frac{\lambda}{a} \right)^i \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{a} \sum_{j=0}^{i-1} \left(\frac{a}{a+\lambda} \right)^{i-j} \right] = \frac{a}{\lambda} \left(\frac{\lambda}{a+\lambda} \right)^i ; \quad i > 0
\end{aligned} \quad (20)$$

Relativní obsah struktury i -tého řádu v rotujícím materiálu za ustáleného stavu je dán obecně vztahem

$$P_{i,c}^{SN} = \left[\int_0^{\infty} P_i^s(t) dt \right] / \sum_{i=0}^{\infty} \int_0^{\infty} P_i^s(t) dt \quad (21)$$

Pro oba případy, a) i c), dává výpočet shodný výsledek

$$P_{i,c}^{SN} = \frac{a}{a+\lambda} \left(\frac{\lambda}{a+\lambda} \right)^i \quad \text{pro } i \geq 0 \quad (22)$$

Granulometrické složení materiálu v mlecí komoře tedy nezávisí na pravděpodobnosti propadu nerozpojeného materiálu, je-li pravděpodobnost jeho zásahu nezávislá na době od vstupu do prostoru mletí.

MNOŽSTVÍ MATERIÁLU V MLECÍ KOMOŘE, STŘEDNÍ POČET ZÁSAHŮ MATERIÁLU A STŘEDNÍ DOBA SETRVÁNÍ V MLECÍM PROSTORU

Hmotnost materiálu m v mlecí komoře při ustálené výkonnosti mlýna Q je rovna

$$m = Q\tau \quad (23)$$

kde: τ — střední doba setrvání materiálu v tomto prostoru

Je obecně dána vztahem

$$\tau = \int_0^1 t dPP(t) = \int_0^{\infty} t \frac{dPP(t)}{dt} dt \quad (24)$$

Integrací se dostane pro případ:

$$\text{a) } \tau = 1/a \quad (25)$$

$$\text{c) } \tau = \frac{a+\lambda}{a\lambda} \quad (26)$$

Střední počet zásahů semletého materiálu kladívky je obecně

$$\bar{i} = \sum_{i=0}^{\infty} i P_{i,c}^P \quad (27)$$

a v případě:

$$\text{a) } \bar{i} = \frac{\lambda}{a} \quad (28)$$

$$c) \quad \bar{i} = 1 + \frac{\lambda}{a} \quad (29)$$

Střední doba mezi jednotlivými zásahy je v obou případech

$$\tau/\bar{i} = 1/\lambda \quad (30)$$

GRANULOMETRICKÉ SLOŽENÍ ROZMĚLNĚNÉHO MATERIÁLU

Distribuční funkce charakterizují granulometrické složení produktu mletí byla již v obecném tvaru uvedena (Hnilica, 1981). V tomto článku jsou jiným způsobem vyjádřena relativní zastoupení struktur jednotlivých řádů P_{i,c^P} , jejichž hodnoty je možno snadno vypočítat z naměřených hodnot časových konstant procesu. Je třeba poznamenat, že distribuční funkce $H_i(x)$ pro granulometrické složení i -tého řádu budou záviset na relativní rychlosti rázu $v_k - v$.

VZÁJEMNÁ SOUVISLOST POPISU PROCESU MLETÍ POMOCÍ NESPOJITÝCH A SPOJITÝCH FUNKCÍ ČASU

Počet pokusů k o zásah materiálu je realizován za čas t . Za pokus o zásah se považuje proběh řady kladívek danou oblastí materiálu. Vzhledem k tomu, že λ je definována jako střední hodnota pravděpodobnosti zásahu hmoty v jednotce času, je pravděpodobnost zásahu hmoty při jednom pokusu rovna

$$\pi_z = \frac{\lambda t}{k} = \lambda \Delta t = \frac{\lambda(t - \Delta t)}{k - 1} \quad (31)$$

kde: $\Delta t \doteq 2\pi r_s / [(v_k - v)n]$

r_s — poloměr mlecího síta

v_k — obvodová rychlost konců kladívek

v — střední obvodová rychlost mletého materiálu

n — počet řad kladívek na rotoru

Pro pravděpodobnost propadu lze analogicky napsat

$$\pi_p = \frac{\alpha t}{k} = \alpha \Delta t = \frac{\alpha(t - \Delta t)}{k - 1} \quad (32)$$

Za předpokladu, že pravděpodobnosti π_z a π_p jsou malé a počet pokusů k velký, mohou být ve všech vztazích, které odvodil Hnilica (1981), uskutečněny limitními přechody tohoto typu:

$$\left. \begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} (1 - \pi_z)^k &= \lim_{k \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{\lambda t}{k}\right)^k = e^{-\lambda t} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} (1 - \pi_p)^k &= \lim_{k \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{\alpha t}{k}\right)^k = e^{-\alpha t} \\ \lim_{k \rightarrow \infty} \binom{k}{i} \pi_p^i (1 - \pi_p)^{k-i} &= \frac{(\alpha t)^i}{i!} e^{-\alpha t} \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Poslední rovnice vyjadřuje aproximaci binomického rozdělení Poissonova (Hátle a Likeš, 1974). Dále lze zanedbat π_p nebo π_z proti jejich poměrům, event. proti jed-

niče. Popis pomocí časových konstant je v podstatě aproximací předchozího přesnějšího řešení ve smyslu uvedených limitních přechodů.

Jako příklad lze uvést aproximaci diskrétního rozdělení pravděpodobnosti $P_{i,k}^s$ pro případ c) z předchozí práce

$$\begin{aligned} P_{i,k}^s(t) &= \lim_{k \rightarrow \infty} P_{i,k}^s = \lim_{k \rightarrow \infty} (1 - \pi_z)^k \left[\frac{\pi_z(1 - \pi_p)}{\pi_p(1 - \pi_z)} \right]^i \frac{k!}{(k-i)!(i-1)!} \int_0^{\pi_p} t^{i-1} (1-t)^{k-i} dt = \\ &= \lim_{k \rightarrow \infty} (1 - \pi_z)^k \left[\frac{\pi_z(1 - \pi_p)}{\pi_p(1 - \pi_z)} \right]^i \left[1 - \sum_{j=0}^{i-1} \binom{k}{j} \pi_p^j (1 - \pi_p)^{k-j} \right] = \\ &= e^{-\lambda t} \left(\frac{\lambda}{\alpha} \right)^i \left[1 - e^{-\alpha t} \sum_{j=0}^{i-1} \frac{(\lambda t)^j}{j!} \right] \end{aligned} \quad (34)$$

Výsledek se shoduje s rovnicí (16), ve které se sumace provádí v opačném pořadí.

Konstantami α a λ mohou být vyjádřeny i výsledky řešení dalších dvou případů, které uvedl Hnilica (1981). Jsou to:

b) Matematický popis procesu za předpokladu, že pravděpodobnosti zásahu a propadu π_{1z} a π_{1p} v prvním intervalu Δt po vstupu do mlecího prostoru jsou jiné než v dalších intervalech, kdy jsou rovny π_z, π_p :

Jestliže bude $\pi_{1z} \gg \pi_z$ a $\pi_{1p} \gg \pi_p$, přičemž nerozpojený materiál bude moci propadat, povedou limitní přechody ke vztahům:

$$P_0^s(t) = (1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p}) e^{-(\alpha+\lambda)(t-\Delta t)}; \quad t \geq \Delta t \quad (35)$$

$$\begin{aligned} P_i^s(t) &= (1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p}) \cdot \frac{\lambda^i(t - \Delta t)^i}{i!} e^{-(\alpha+\lambda)(t-\Delta t)} + \\ &+ \pi_{1z} e^{-\alpha t} \frac{\lambda^i(t - \Delta t)^{i-1}}{(i-1)!} e^{-\lambda(t-\Delta t)}; \quad t \geq \Delta t, \quad i > 0 \end{aligned} \quad (36)$$

$$P_{0,c}^P = (1 - \pi_{1z})\pi_{1p} + (1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p}) \frac{\alpha}{\alpha + \lambda} \quad (37)$$

$$P_{i,c}^P = \left[\pi_{1z} + (1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p}) \frac{\lambda}{\alpha + \lambda} \right] \frac{\alpha}{\alpha + \lambda} \left(\frac{\lambda}{\alpha + \lambda} \right)^{i-1}; \quad i > 0 \quad (38)$$

$$P_{0,c}^{SN} = \frac{(1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p})}{1 - \pi_{1p}(1 - \pi_{1z})} \frac{\alpha}{\alpha + \lambda} \quad (39)$$

$$P_{i,c}^{SN} = \frac{\alpha}{1 - \pi_{1p}(1 - \pi_{1z})} \left[\frac{(1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p})}{\alpha + \lambda} + \frac{\pi_{1z}}{\lambda} \right] \left(\frac{\lambda}{\alpha + \lambda} \right)^i; \quad i > 0 \quad (40)$$

$$\bar{i} = \left[\pi_{1z} + (1 - \pi_{1z})(1 - \pi_{1p}) \frac{\lambda}{\alpha + \lambda} \right] \left(1 + \frac{\lambda}{\alpha} \right) \quad (41)$$

$$\tau = [1 - (1 - \pi_{1z})\pi_{1p}]/\alpha \quad (42)$$

d) Matematický popis procesu za předpokladu, že pravděpodobnost zásahu π_{1z} je v prvním intervalu Δt po vstupu jiná než v dalších intervalech, kdy je rovna π_z a kdy pravděpodobnost propadu kladívky nezasazeného materiálu je nulová:

Bude-li opět $\pi_{1z} \gg \pi_z$, budou výsledky tyto:

$$P_o^s(t) = (1 - \pi_{1z}) e^{-\lambda(t-\Delta t)}; \quad t \geq \Delta t \quad (43)$$

$$P_i^s(t) = (1 - \pi_{1z}) \left(\frac{\lambda}{a}\right)^i e^{-\lambda(t-\Delta t)} \left[1 - e^{-at} \sum_{j=0}^{i-1} \frac{(at)^j}{j!}\right] + \\ + \pi_{1z} e^{-at} \frac{\lambda^{i-1}(t-\Delta t)^{i-1}}{(i-1)!} e^{-\lambda(t-\Delta t)}; \quad i > 0, \quad t \geq \Delta t \quad (44)$$

$$P_{o,c}^{SN} = (1 - \pi_{1z}) \frac{a}{\lambda + a(1 - \pi_{1z})} \quad (45)$$

$$P_{i,c}^{SN} = \frac{a}{\lambda + a(1 - \pi_{1z})} \left(\frac{\lambda}{a + \lambda}\right)^i; \quad i > 0 \quad (46)$$

$$P_{i,c}^P = \frac{a}{a + \lambda} \left(\frac{\lambda}{a + \lambda}\right)^{i-1}; \quad i > 0 \quad (47)$$

$$\tau = \frac{a + \lambda}{a\lambda} - \frac{\pi_{1z}}{\lambda} \quad (48)$$

Střední počet zásahů je dán rovnicí (29).

DISKUSE K HODNOTÁM π_{1z} , π_{1p} A K DISTRIBUČNÍ FUNKCI $H_1(x)$

Pravděpodobnosti π_{1z} , π_{1p} se vztahují na materiál těsně po vstupu do mlecího prostoru. Závisí proto na konstrukčním řešení vpádové oblasti a na vstupní rychlosti částic materiálu i jejím směru. Aby nebyla dotčena správnost aplikace dosavadních výsledků, je třeba za π_{1z} a π_{1p} považovat pravděpodobnosti, s jakými dojde ke kontaktu materiálu s kladívky a k jeho propadu sítím za celou dobu urychlování vstoupivších částic, za niž tečná složka jejich rychlosti dosáhne velikosti v . Pokud tyto částice nemají za uvedenou dobu možnost kontaktu se sítím (event. ani po odrazu kladívky), je $\pi_{1p} = 0$. Bude-li kolmá složka vstupní rychlosti ke směru vzdušného proudu malá, bude materiál vzdušným proudem unesen (Blažek, 1955, 1956) a $\pi_{1z} \doteq \pi_{1p}$. Bude-li naopak tato složka dostatečně velká, dojde ke kontaktu s kladívky při vyšší relativní rychlosti. Hodnoty π_{1z} a π_{1p} lze přibližně vypočítat na základě řešení pohybových rovnic pro částice ve vzdušném proudu, jehož rychlostní profil musí být napřed změřen. Odvozených vztahů bude možné použít nejpřesněji pro případ, kdy nesemletý materiál nepropadává sítím.

Náraz kladívek na materiál při různé relativní rychlosti bude mít za následek určité rozdíly v průbězích distribučních funkcí $H_1(x)$ pro velikost částic struktur prvního řádu. Pro další upřesnění výpočtu granulometrického složení produktů mletí byly také vypočteny pravděpodobnosti $P_{i,c}^P$ ve dvou větvích, počínaje strukturou prvního řádu. Výsledky budou publikovány později.

Literatura

BLAŽEK, J.: Činnost kladívkového šrotovníku. [Závěrečná zpráva k výzkumnému úkolu M-17.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1955.

BLAŽEK, J.: O činnosti kladívkového šrotovníku. Mech. Elektrif. Zeměd., 29, 1956, č. 4, s. 245.

HATLE, J. — LIKEŠ, J.: Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1974.

HNILICA, P.: Pravděpodobnostní model procesu úderového mletí. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 3, s. 167-176.

RUARK, A. E.: Differential equations for the probability distribution of events. Phys. Rev., 65, 1944, č. 3-4, s. 88.

Došlo dne 24. 4. 1980

ГНИЛИЦА, П. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Кинетика ударного измельчения и гранулометрического состава измельченного материала. Земед. Techn., 27, 1981 (5): 269-278.

Была разработана приближительная модель процесса ударного измельчения, основанная на представлении о взаимоотношениях характера деятельности в мельнице. При помощи дифференциальных уравнений кинетики первого ряда были выведены взаимоотношения между моментальным количеством материала в мельнице, вероятностью возникновения, нахождения в мельнице и прохождения через сито гранулометрических структур, образованных определенным количеством ударов, и вероятностью их содержания в измельченном продукте. Далее, были выведены отношения между средним количеством ударов молоточков и средней продолжительностью нахождения материала в мельнице. Расчеты соответствуют разным вариантам процесса, обусловленным, в первую очередь, конструкцией мельницы и величиной отверстий мельничного сита. В математических отношениях выступают измеряемые постоянные времени, характеризующие воздействие молоточков на массу и ее прохождение через сито. В дискуссии намечены возможности расчета вероятности воздействия и прохождения через сито в области входа в мельницу и возможности дальнейшего уточнения расчетов гранулометрического состава измельчаемого продукта. В работе указывается на необходимость более точного описания процесса при помощи вероятности воздействия в дискретные интервалы времени.

измельчение; ударная мельница; молоточки; математическая модель процесса; вероятность попадания на материал; вероятность прохождения материала через сито; время нахождения в мельнице; среднее количество ударов; постоянные времени процесса измельчения

HNILICA, P. (University of Agriculture, Praha): Kinetics of Impact Milling and Granulometric Composition of Milled Material. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5): 269-278.

An approximate model of the process of impact milling was elaborated based on the conception of the continuous character of actions in the milling space. By means of differential equations of kinetics of the first order relations were derived for the instantaneous amount of material in the milling chamber, for the probability of the origin, stay and falling through of granulometric structures created by a certain number of impacts on the material and for the probability of their contents in the product of milling. Further, relations were derived for the medium number of impacts on the material by the hammers and for the medium time of stay of material in the milling chamber. The calculations correspond to various situations in the process as given above all by the construction of the space and the size of milling screen meshes. Directly measurable time constants characterizing the effect of hammers on the substance and its falling through the screen appear in mathematical relations. Possibilities of calculating the probabilities of impacts and falling-through in the area of inlet into the milling space as well as the possibilities of further exacter calculation of granulometric composition of the product of milling are suggested in discussion. Connections are shown with a more precise description of the process by help of the probability of actions in discrete time intervals.

milling; hammer mill; hammers; mathematical model of process; probability of hammer impact on material; probability of material falling through screen; time of stay in milling space; medium number of impacts on substance; time constants of process

HNILICA, P. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Kinetik des Schlagmahleins und granulometrische Mahlgutzusammensetzung*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 269-278.

Es wurde ein approximatives Modell des Schlagmahlenprozesses erarbeitet, ausgehend von der Vorstellung über den verbundenen Charakter der Vorgänge im Mahlraum. Durch Differenzialgleichungen der Kinetik der ersten Ordnung wurden Beziehungen abgeleitet für die augenblickliche Gutmenge in der Mahlkammer, für die Wahrscheinlichkeit des Entstehens, des Verharrens und des Durchfalls der durch eine gewisse Anzahl der Einschläge auf das Gut gebildeten granulometrischen Strukturen und für die Wahrscheinlichkeit ihres Gehalts im Mahlgut. Ferner wurden Beziehungen abgeleitet für die mittlere Einschlaganzahl aufs Gut durch Hammer und für die mittlere Dauer des Gutverharrens in der Mahlkammer. Die Berechnungen entsprechen verschiedenen Situationen im Prozeß, die vor allem durch die Raumkonstruktion und die Größe der Mahlsieblöcher gegeben sind. In mathematischen Beziehungen treten direkt meßbare Zeitkonstanten auf, die die Einwirkung der Hämmer auf das Gut und dessen Durchfall durch das Sieb charakterisieren. In der Diskussion werden Berechnungsmöglichkeiten für die Einschlags- und Durchfallswahrscheinlichkeit im Bereich des Eingangs in den Mahlraum und Möglichkeiten für die weitere Präzisierung der Berechnung von granulometrischer Mahlgutzusammensetzung angedeutet. Es werden Zusammenhänge mit der genaueren Beschreibung des Prozesses mit Hilfe der Vorgangswahrscheinlichkeit in diskreten Zeitintervallen gezeigt.

Mahlen; Schlagmühle; Hämmer; mathematisches Modell des Prozesses; Wahrscheinlichkeit des Einschlags aufs Gut durch Hämmer; Wahrscheinlichkeit des Durchfalls des Guts durch das Sieb; Dauer des Verharrens im Mahlraum; mittlere Anzahl der Einschläge aufs Gut; Zeitkonstanten des Prozesses

Adresa autora:

Ing. Petr Hnilica, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbátov

L. Budíček, V. Kavan

BUDÍČEK, L. — KAVAN, V. (Výzkumná a vývojová základna cukrovarnického průmyslu, Praha): *Mechanické vlastnosti krmiv pro konstrukci a provoz krmivářské techniky*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5): 279—297.

Řešení krmivářské techniky s vysokými výkonnostními parametry vyžaduje důkladnou znalost mechanických vlastností používaných sypkých a stébelnatých materiálů. Pro konstrukci zařízení je třeba respektovat zejména tyto vlastnosti: sypný a sesypný úhel, vnitřní a povrchové tření, granulometrické složení, sypná hmotnost, stlačitelnost, vlhkost. Vyrobené granule a brikety lze z mechanického hlediska posuzovat podle tahové pevnosti, radiální pevnosti, povrchové tvrdosti, roztažnosti po vylisování a otěruvzdornosti. Jsou uvedeny metodiky měření a výsledky laboratorních i provozních zkoušek.

sypný a sesypný úhel; vnitřní a povrchové tření; granulometrické složení; sypná hmotnost; stlačitelnost; vlhkost; tahová pevnost; radiální pevnost; povrchová tvrdost; roztažnost po vylisování; otěruvzdornost

Jedním ze základních úkolů vytyčených na XVI. sjezdu KSC je dosažení soběstačnosti ve výrobě potravin. S tím úzce souvisí otázka zefektivnění krmivové základny. Pozornost se v současné době právem soustřeďuje na tvarovaná krmiva. Otázka, jak úspěšně řešit krmivovou základnu, není dnes myslitelná bez moderních linek na výrobu tvarovaných krmiv, jejichž uplatnění v zemědělské výrobě přináší mnoho výhod. To platí nejen pro průmyslovou výrobu krmných směsí a tvarovaných krmiv — granulí — v podnicích zemědělského zásobování a nákupu, ale i pro výrobu tvarovaných krmiv — briket — na bázi objemových krmiv přímo v zemědělských závodech.

Vhodně připravená tvarovaná krmiva obsahují kromě základních komponentů — obilního šrotu, slámy, úsušků píce — také melasu, vitamíny, močovinu, doplňky biofaktorů a další látky jinak obtížně dávkovatelné, ale pro výživu nezbytné.

Pro výrobu krmných směsí je v ČSSR užito až 80 druhů zrnitých, práškovitých a kapalných surovin o značně rozdílných fyzikálních vlastnostech, které se do směsí dávají v rozsahu desetin až desítek procent.

Řešení krmivářské techniky s vysokými výkonnostními parametry vyžaduje důkladnou znalost mechanických vlastností používaných sypkých a stébelnatých materiálů. Při konstrukci zařízení je třeba respektovat především tyto vlastnosti:

- sypný a sesypný úhel — pro řešení zásobníků, násypek a dopravních cest,
- vnitřní a povrchové tření — pro řešení rolny a matrice tvarovacího lisu,
- granulometrické složení — jako znak struktury zpracovávaného krmiva,
- sypnou hmotnost — pro přepočty objemové na hmotnostní a opačně,
- stlačitelnost — tj. empirickou závislost mezi tlakem a objemem, resp. vhodnou objemovou veličinou pro řešení lisovacího procesu,

— vlhkost — ovlivňující většinu ostatních vlastností, provoz tvarovacího lisu i kvalitu granulí a briket.

Vyrobené granule a brikety lze z mechanického hlediska posuzovat podle tahové pevnosti, radiální pevnosti, povrchové tvrdosti, roztažnosti po vylisování a hlavně podle jejich otěruvzdornosti.

SYPKÁ KRMIVA

RECEPTURY VYBRANÝCH KRMNÝCH SMĚSÍ

Vzhledem k tomu, že bylo třeba popsat pokud možno všechny charakteristické skupiny používaných krmných směsí, byly zvoleny čtyři vybrané receptury.

A — směs HŽ — doplňková směs pro výkrm hovězího dobytka se vyrábí průmyslově ve dvou variantách, které byly průběžně používány v návaznosti na nabídku a roční období:

	HŽ-B	HŽ-G
	%	%
žitná mouka krmná	10,0	19,0
pokrutiny	11,0	5,0
pšenice	35,0	35,0
ječmen	25,0	22,0
žito	13,0	16,0
močovina	3,0	0,0
sůl krmná	2,0	2,0
MKP-3	1,0	1,0

Obiloviny i pokrutiny jsou použity ve šrotovaném stavu, močovina granulovaná.

B — směs obsahuje 70 % obilné směsi HŽ a 30 % štípané pšeničné slámy.

C — směs se skládá ze 40 % směsi HŽ, 40 % úsušků píce (vojtěška, řepné řízky, kukuřice), 10 % pšeničné slámy, 10 % melasy.

D — štípaná pšeničná sláma.

Takto zvolené receptury dobře reprezentují většinu krmných směsí vyráběných průmyslově (směs A) nebo v zemědělských závodech (směsi B—D).

Při rozsáhlých provozních měřeních, které mj. sloužily k určení vlivu podílu slámy ve směsi na ostatní fyzikální vlastnosti, se množství slámy měnilo od 0 do 65 %.

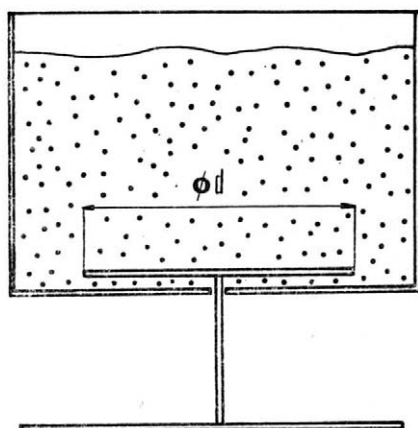
I. Sypný a sesypný úhel — Filling and emptying bulk slope angle

Materiál	α [°]	S_{α} [°]	ϵ_{r10} [%]	β [°]	S_{β} [°]	ϵ_{r10} [%]	v [%]	Pozn.:
A	44,0	1,4	2,3	54,8	1,3	1,7	13,0	—
B	64,3	1,6	1,7	> 67	—	—	17,8	—
C	43,2	2,2	3,6	neměřeno			18,6	kužel neprav.
D	67,5	2,0	2,1	> 80	—	—	20,0	kužel zcela neprav.

Sypný úhel α je definován jako úhel odklonu povrchu volně sypaného materiálu od podložky. Naproti tomu pod pojmem sesypný úhel β rozumíme úhel mezi povrchem materiálu, který vznikne sesypáním části navršeného materiálu vlivem nerovnováhy, a podložkou. Jeho velikost je kromě vlhkosti závislá i na době navršení materiálu a výšce vrstvy. Pro ideálně sypký materiál, představovaný kulovými částicemi bez mechanických vazeb, se oba úhly rovnají a současně jsou rovny úhlu vnitřního tření φ . Čím více se uplatňují vazby mezi částicemi, tedy čím je daný materiál vzdálenější ideálnímu, tím více se tyto úhly navzájem liší (tab. I, II).

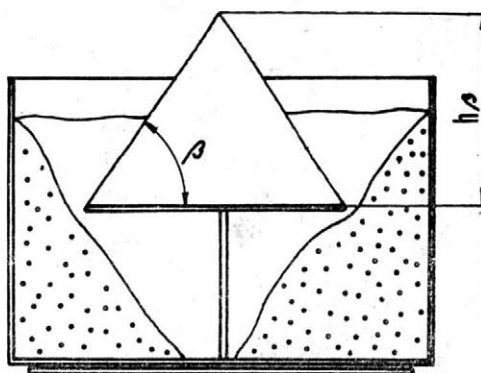
II. Úhel vnitřního tření a výška svislé stěny — Internal friction angle and height of the vertical face

Směs	v [%]	f_o [1]	τ_o [N · mm ⁻²]	r [1]	φ (°)	h_o [m]
A	9,1	0,563	0,00239	0,996	29,4	1,25
	19,0	0,521	0,00339	0,997	27,5	1,72
	28,0	0,581	0,00140	0,995	30,1	0,748
D	10,0	0,414	0,00771	0,981	22,5	15,9
	20,0	0,703	0,0195	0,921	35,1	51,9
	26,0	0,385	0,0158	0,989	21,0	31,8



Zasypání nádoby

Filling of the vessel



Spuštění nádoby

Emptying of the vessel

1. Měření sypného a sesypného úhlu — Measuring of the filling and emptying bulk slope angle

Sypný úhel α se měří vibračním nasypáváním materiálu na kruhovou podložku o známém průměru d až do doby, kdy po celém povrchu vytvořeného kužele přebytečný materiál volně přepadává. Měří se výška vzniklého kužele.

$$\alpha = \arctg \frac{2 \cdot h_{\alpha}}{d} \quad (^{\circ})$$

kde: h_{α} — výška sypného kužele (m)
 d — průměr podstavy kužele (m)

Sesypný úhel β se měří vibračním nasypáváním materiálu do válcové nádoby, jejíž dno tvoří pevná kruhová podložka o známém průměru d . Spuštěním pláště nádoby vznikne na podložce po odsypání přebytečného materiálu kužel, jehož výšku změříme.

$$\beta = \arctg \frac{2 \cdot h_{\beta}}{d} \quad (^{\circ})$$

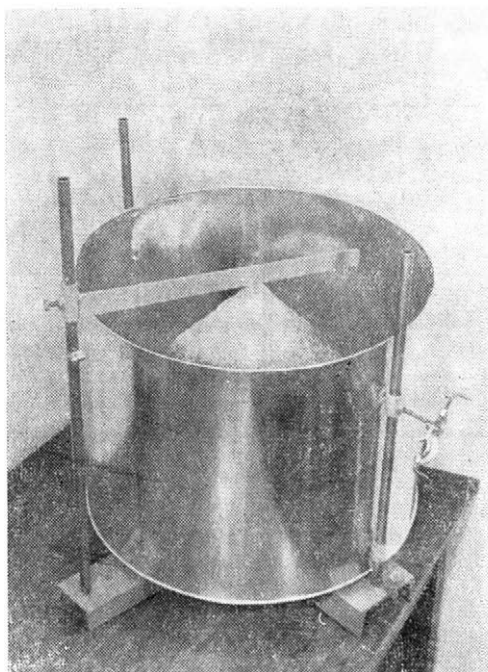
kde: h_{β} — výška sesypného kužele (m)
 d — průměr podstavy kužele (m)

Schéma měření sesypného úhlu β je na obr. 1, pohled na skutečné zařízení je na obr. 2.

Sesypný úhel u vláknitých materiálů může být i 90° , což je příčinou kleneb v zásobnících a dopravních cestách. Sypné úhly dalších materiálů uvádějí Friedrich a Robohm (1969) Kazakov aj. (1971) a Krupička aj. (1975).

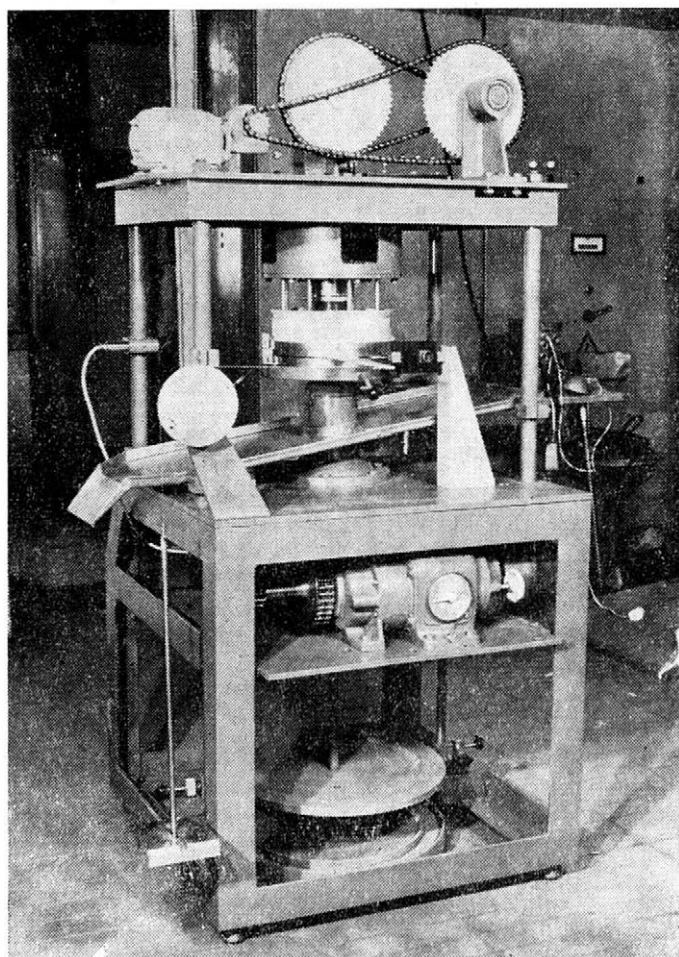
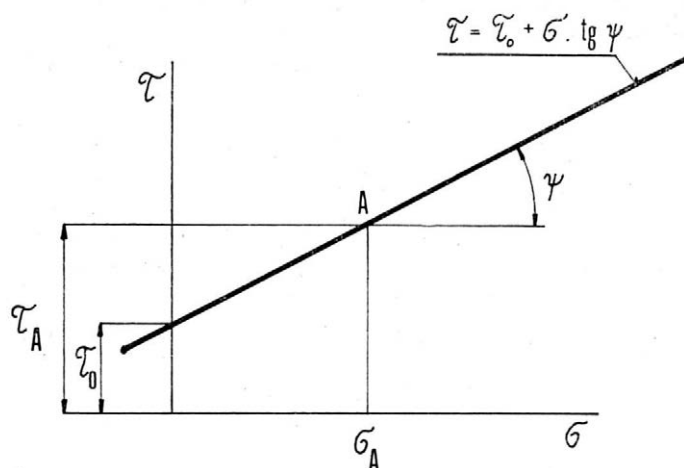
VNITŘNÍ A POVRCHOVÉ TŘENÍ

Úhel vnitřního tření ψ je definován sklonem křivky mezní napjatosti zakreslené v souřadnicích smykového napětí na ose y , napětí normálové je na ose x (obr. 3). Pro



2. Zařízení k měření sypného a sesypného úhlu — Instrument for the measuring of the filling and emptying bulk slope angle

3. Křivka mezní napjatosti — Limiting stress condition



4. Tribometr — přístroj na měření vnitřního a povrchového tření — Tribometer — a device for the measuring of the surface and internal friction coefficient

soudržné materiály je většinou možno mezní křivku nahradit přímkou; pak platí zjednodušený vztah Coulombův:

$$\tau = \tau_0 + \operatorname{tg} \psi \cdot \sigma \quad (\text{N} \cdot \text{mm}^{-2})$$

kde: τ — smykové napětí ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$)
 τ_0 — soudržnost ve smyku ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$)
 ψ — úhel vnitřního tření ($^{\circ}$)
 σ — normálové napětí ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$)

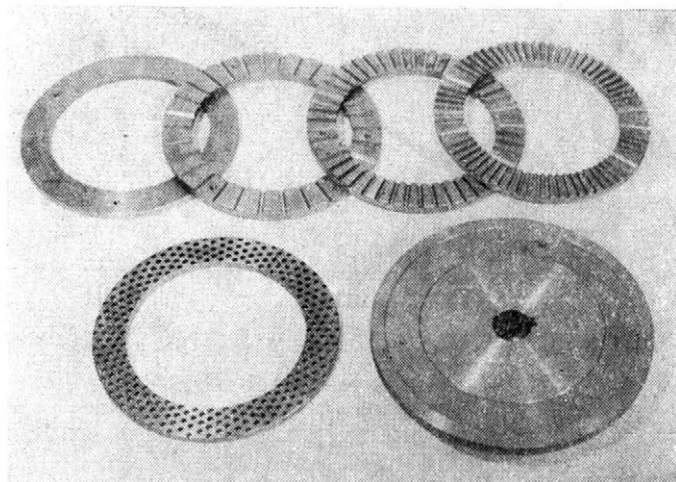
Povrchové neboli vnější tření je nutno rozlišovat na statické a dynamické. V případě, že se zkoušený materiál podél povrchu nepohybuje, označujeme tření statickým úhlem φ_s . Tangenta třecího úhlu φ_s , neboli koeficient statického povrchového tření, je dána podílem tečné a normálové síly v okamžiku, kdy se zkoušený materiál odtrhne od podložky (tab. III).

III. Koeficienty povrchového tření (statické) — Coefficients of the static skin friction

Povrch	Směs	f [1]	r [1]	φ [$^{\circ}$]	v [%]
Hladký 3,2	A	0,134	0,989	7,6	10,0
		0,172	0,991	9,7	21,0
		0,439	0,999	23,7	28,0
	D	0,260	0,995	14,6	10,0
		0,327	0,996	18,1	20,0
		0,773	0,998	15,3	28,3
Pískovaný	A	0,244	0,996	13,7	9,0
		0,362	0,998	19,9	17,6
		0,365	0,996	20,1	39,0
	D	0,279	0,995	15,6	10,2
		0,332	0,996	18,4	16,4
		0,330	0,998	18,3	26,2
Drážky $t = 7,7 \text{ mm}$	A	0,486	0,998	25,9	9,0
		0,557	0,999	29,1	22,0
		0,611	0,997	31,4	30,0
	D	0,388	0,997	21,2	7,0
		0,373	0,981	20,4	21,7
		0,328	0,984	18,2	25,0

V případě, že mezi materiálem a podložkou již došlo k pohybu, mluvíme o tření dynamickém, charakterizovaném úhlem φ_d . Tangenta tohoto úhlu, čili koeficient dynamického tření, je dána podílem příslušné tečné a normálové síly.

Pro statické i dynamické měření koeficientů povrchového i vnitřního tření byl ve VÚPCHT Praha zkonstruován měřicí přístroj tribometr (obr. 4), umožňující normálové zatěžování měřené látky až do $\sigma = 0,17 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ a měření odpovídajícího smykového napětí τ . Měřením na tribometru lze stanovit křivku mezní napjatosti (11 bodů křivky) a určit tak úhel vnitřního tření ψ a soudržnost ve smyslu τ_0 . Vložením zkušebního povrchu ve tvaru mezikruhového kotouče je možné určit úhly statického i dynamického povrchového tření. Zařízení lze využít i pro měření mezního napětí těstovitých a pastovitých materiálů a pro zkoušky abrazivity. Různé druhy zkušebních povrchů jsou na obr. 5.



5. Příklady zkušebního povrchu — Samples of the experimental surfaces

S měřením vnitřního tření úzce souvisí i určení výšky svislé stěny, kterou může vytvořit zkoumaný materiál, aniž se sesype. Výška svislé stěny charakterizuje soudržnost daného materiálu a je dána vztahem:

$$h_0 = \frac{2 \cdot \tau_0}{\rho_s \cdot g} \frac{1 + \sin \psi}{\cos \psi} \quad (\text{m})$$

kde: h_0 — výška svislé stěny (m)

τ_0 — soudržnost ve smyku ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

ρ_s — sypná hmotnost materiálu ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

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

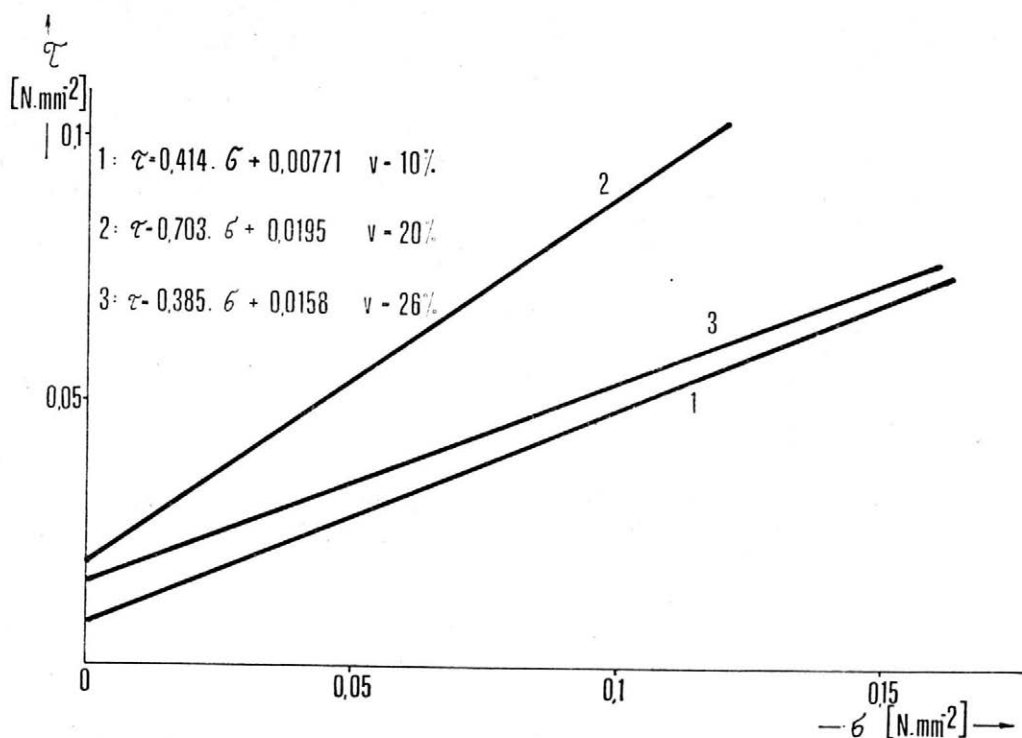
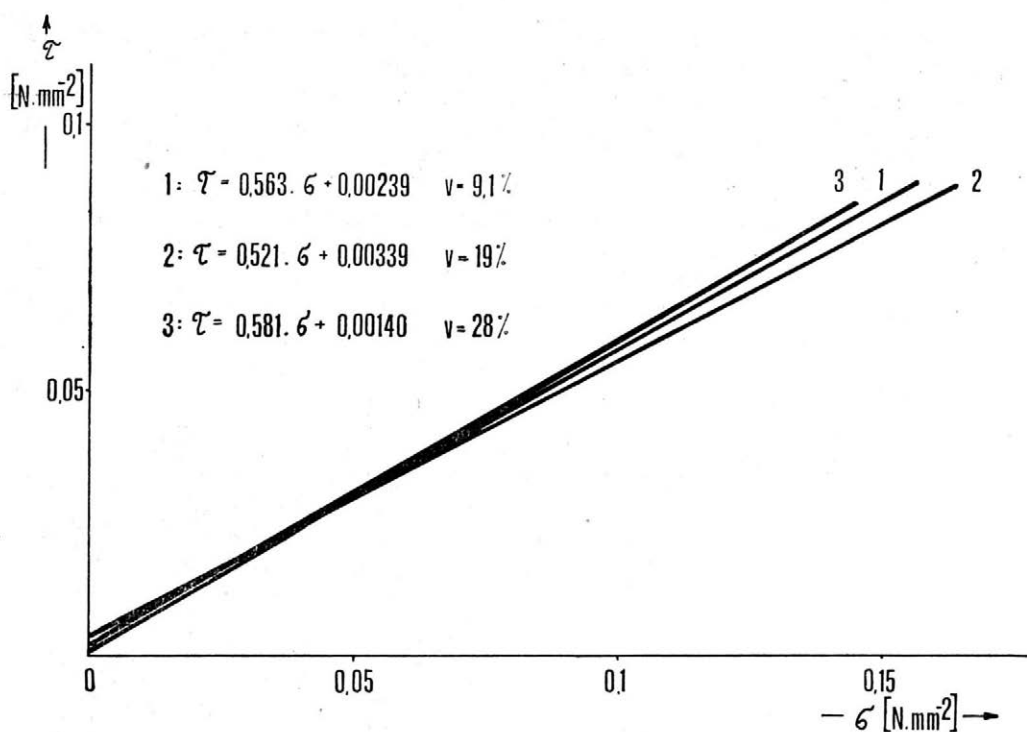
ψ — úhel vnitřního tření ($^\circ$)

Mezní křivka pro tři různé vlhkosti směsi A je na obr. 6a, pro tři různé vlhkosti směsi D je na obr. 6b.

GRANULOMETRICKÉ SLOŽENÍ

Sypký materiál

Granulometrickým složením sypkého materiálu se rozumí seřazení částic tvořících daný soubor do tříd podle jejich nejmenšího průměru. Měří se sítovou analýzou, tj. proséváním 100 g vzorku řadou sít o stanoveném rozměru ok. Měří se propad na každém

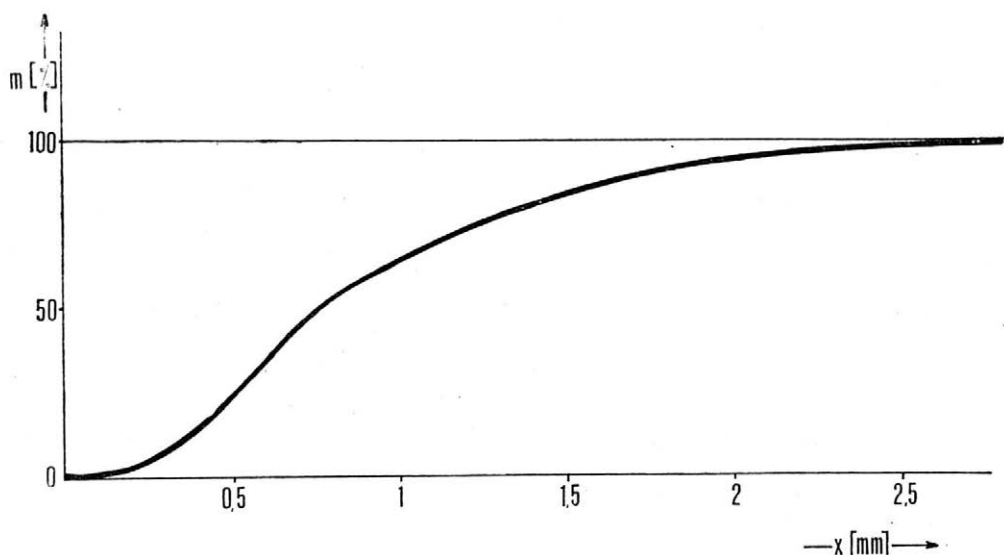


6. Křivky mezí napjatosti — a) směs A; b) směs D — Limiting stress conditions — a) mixture A; b) mixture D

sítě. Pro směsi na výkrm skotu udává ČSN 46 7006 zbytek na síť 2,8 mm max. 3 % a na síť 2,0 mm max. 20 %. Na tomto základě volíme podle ČSN 15 3105 vhodnou řadu sít tak, aby pokryla celé spektrum částic dané směsi.

Je vhodné vyhodnotit měření kumulativní charakteristikou, při které se k údaji o rozměru oka na ose x přiřadí procentuální podíl všech částic menších než daný rozměr. Strmost této charakteristiky je pak úměrná množství částic příslušného rozměru.

Příklad kumulativní charakteristiky pro směs A je uveden na obr. 7.



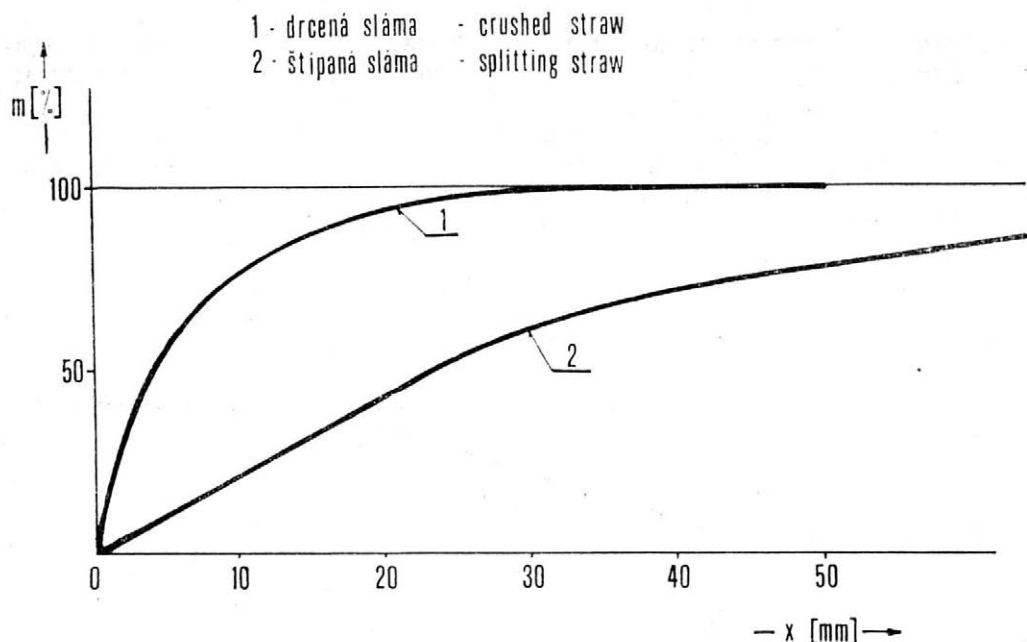
7. Kumulativní charakteristika — směs A — Cumulative characteristics — mixture A

Stébelnaté materiály

Granulometrickým složením stébelnatého materiálu se rozumí seřazení částic tvořících daný soubor do tříd podle jejich délky. K měření byl vyvinut žlab s paralelními dráhami o šířce 10 mm, jejichž dno je opatřeno postupně se zvětšujícími šterbinami. Žlab se připojuje k vibrátoru, postupně se plní vzorkem a jednotlivé třídy se zváží. Vyhodnocuje se rovněž kumulativní charakteristikou. Příklad pro štípanou a drcenou pšeničnou slámu je uveden na obr. 8.

IV. Sypaná hmotnost — Bulk density

	směs				
	A	B	C	D přírodní	D drcená
ρ_s (kg.m ⁻³)	664,8	181,4	315,7	37,10	147,40
s_e (kg.m ⁻³)	11,8	22,7	17,5	1,97	2,56
$\varepsilon_{r_{10}}$ (%)	1,3	10,9	3,9	3,80	2,20
v (%)	13,0	17,8	23,0	20,00	10,00



8. Kumulativní charakteristika — směs D — Cumulative characteristics — mixture D

SYPNÁ HMOTNOST

Pod dojmem sypná hmotnost rozumíme střední hustotu volně sypané pórovité látky bez setřesení nebo definovaně setřesené (tab. IV). Pro praktickou potřebu lépe vyhovuje měření definovaně setřesené látky. Měříme opakovaným vážením známého objemu látky, v případě nehomogenních materiálů opakujeme měření vždy s novým vzorkem. Objem nádoby volíme dostatečně velký, pro nehomogenní směs minimálně 5 litrů. Sypná hmotnost ρ_s je dána podílem hmotnosti vzorku a objemu nádoby.

Obdobnou veličinou je objemová hmotnost ρ , definovaná jako střední hustota pórovité látky při daném objemu a tlaku. Měří se stlačováním známého vzorku ve stlačovací přípravku, a to objem při žádaném tlaku. Na obr. 9 je uvedena závislost sypné hmotnosti směsi HŽ se slámou v závislosti na obsahu slámy s .

STLAČITELNOST

Stlačitelnost je empiricky zjištěná závislost tlaku na některé z těchto veličin:

$$\text{— koeficient stlačení } \kappa = \frac{\rho_s}{\rho}$$

kde: κ — koeficient stlačení (1)

ρ_s — sypná hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ — objemová hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

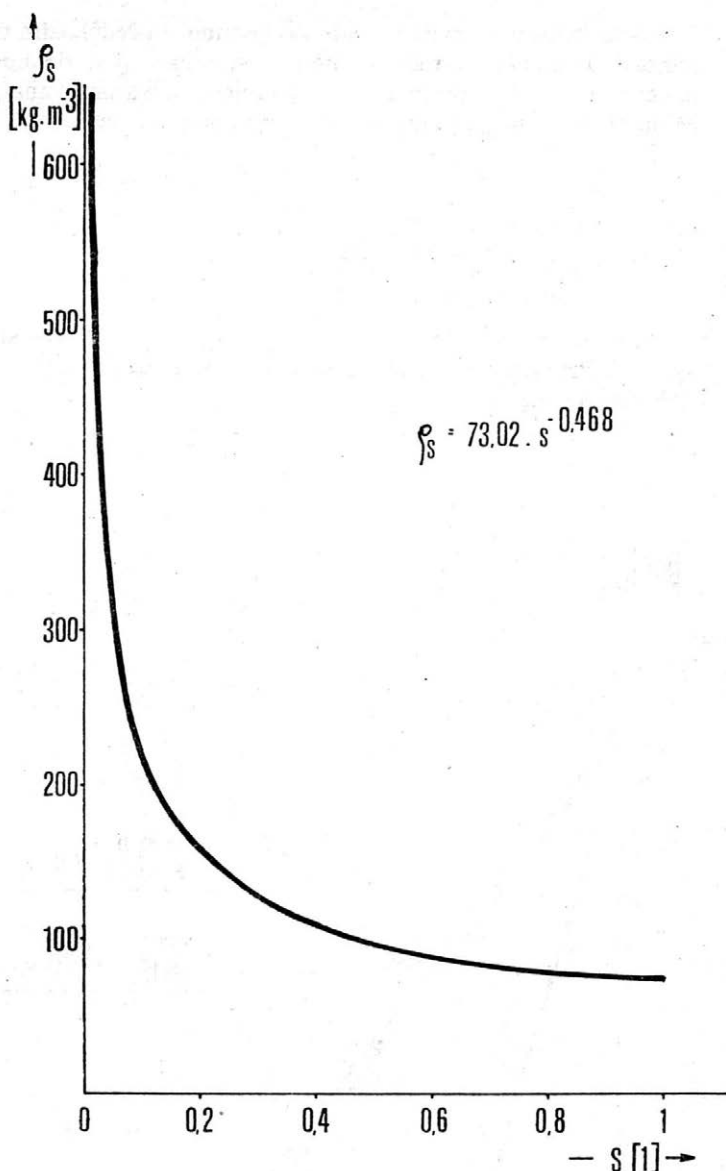
$$\text{— poměrná objemová deformace } \Theta = 1 - \frac{\rho_s}{\rho}$$

kde: ε — měrná objemová deformace (1)

ρ_s — sypná hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ — objemová hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

9. Závislost sypané hmotnosti směsi A + D na podílu směsi D — Bulk density of the mixture A + D as a function of the percentage of ingredient D



$$\text{— porozita } \varepsilon = 1 - \frac{\rho}{\rho_M}$$

kde: ε — porozita (1)
 ρ — objemová hmotnost (kg·m⁻³)
 ρ_M — měrná hmotnost (kg·m⁻³)

Pro krmné směsi nejlépe vyhověl exponenciální vztah Balshinův

$$p = a_1 \cdot e^{-a_2 \varepsilon} \text{ (MPa)}$$

kde: p — lisovací tlak (MPa)
 a_1 — teoretický tlak při nulové porozitě (MPa)
 a_2 — odolnost proti stlačování (1)
 ε — porozita (mezerovitost) (1)

Stlačitelnost se měří metodou popsanou v předchozím odstavci. S měřením stlačitelnosti úzce souvisí měření měrné hmotnosti ϱ_M , definované jako střední hustota daného vzorku bez dutin a pórů. Určuje se slisováním materiálu tlakem nejméně 100 MPa, ale výhodnější je linearizace experimentální závislosti tlaku a objemové hmotnosti podle vztahu:

$$p \cdot \varrho = p \cdot \varrho_M + d \quad (\text{kg}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-4})$$

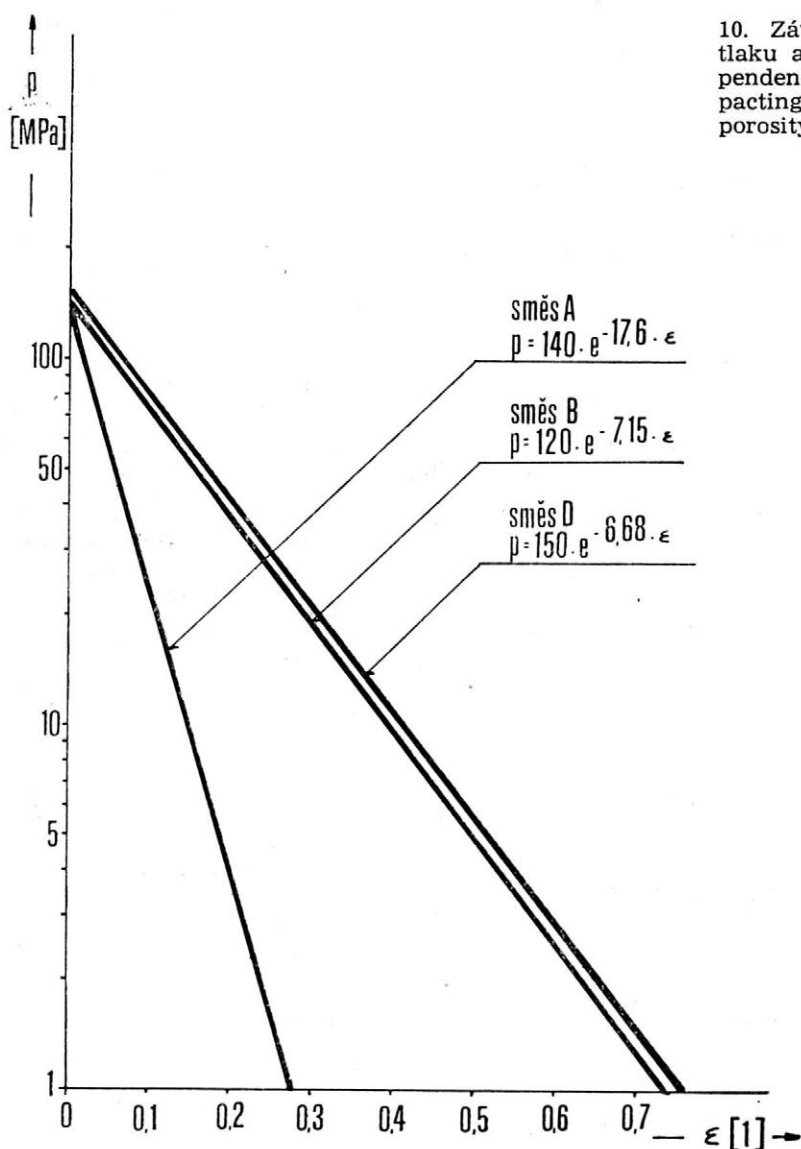
kde: p — lisovací tlak (MPa)

ϱ — objemová hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ϱ_M — měrná hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

d — koeficient ($\text{kg}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-4}$)

Pro obilní šrot (směs A) je $\varrho_M = 1470 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, pro slámu (směs D) $\varrho_M = 1300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Při znalosti měrné hmotnosti zkoušeného materiálu je možné vyčíslit zmíněnou Balshinovou závislost



$$p = a_1 \cdot e^{-a_2 \varepsilon} \quad (\text{MPa})$$

kde: p — lisovací tlak (MPa)

a_1 — teoretický tlak při nulové porozitě (MPa)

a_2 — odolnost proti stlačování (1)

ε — porozita (1)

Koeficient a_1 vychází pro obilní šrot 140 MPa a pro slámu 150 MPa. Grafické znázornění Balshinovy rovnice pro směsi A, B a D je na obr. 10.

VLHKOST

Vlhkost materiálu je veličina, která značně ovlivňuje nejen většinu ostatních vlastností, ale i vlastní lisovací proces.

V praxi se nejlépe osvědčilo udávání vlhkostí v procentech vody vztažených na celkovou hmotnost vzorku před měřením. Přirozená vlhkost krmiva, tzv. rovnovážná vlhkost, je dána sorpčními izotermami.

Rovnovážná vlhkost je závislá nejen na druhu krmiva, ale i na granulometrickém složení a vlhkosti vzduchu. Pro skladování nesmí vlhkost krmiva (granulí i briket) překročit hodnotu $v = 14 \%$.

Před lisováním je však nutné dodat částecům krmiva volnou vlhkost (asi 5 %), aby se vytvořily povrchové vazebné síly.

Vlhkost se měří buď laboratorní metodou sušením vzorku při teplotě 105 °C po dobu čtyř hodin (měření do konstantní hmotnosti), nebo orientačním rychlým měřením infravlhkoměrem s přesností $\pm 0,5 \%$.

TVAROVANÁ KRMIVA

TAHOVÁ PEVNOST GRANULÍ A BRIKET

Z teorie vazebných sil působících v tvarovaných krmivech vyplývá, že největší podíl na soudržnost mají tvarové vazby, kohezí síly povrchového vodního filmu a pevné můstky vykrystalizovaných solí vzniklé odsušením.

Velikost těchto sil lze snadno přímo změřit namáháním brikety (granule) na prostý tah, tedy měřením síly potřebné k jejímu přetržení. Tahová pevnost σ_{Pt} je pak dána podílem měřené síly a plochy průřezu brikety.

Vzhledem k nehomogenitě provozních briket je nutno měření opakovat aspoň desetkrát. Tento úkon je tedy časově náročný.

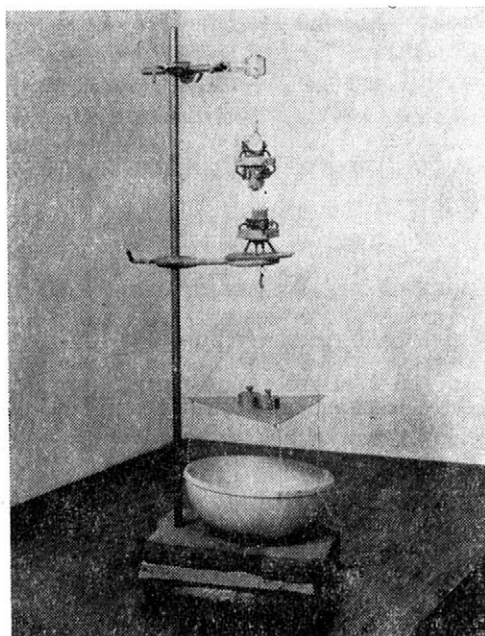
Příklad zařízení na měření tahové pevnosti je na obr. 11.

RADIÁLNÍ PEVNOST

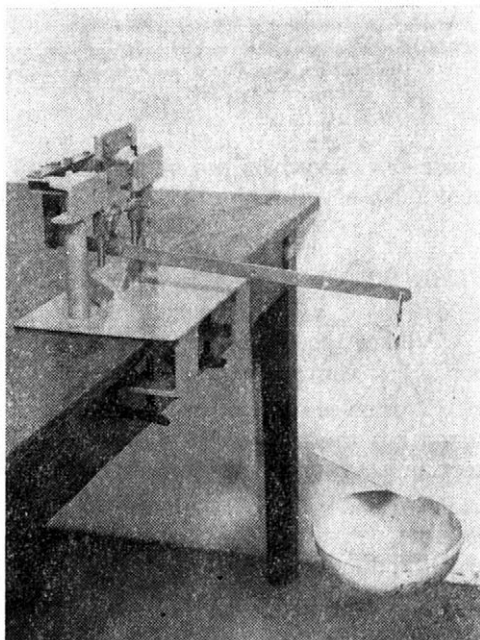
K rozdrčení brikety v čelistech zvířete je zapotřebí síly, jejíž maximální velikost je omezena.

Pro laboratorní měření na speciálně vyvinutém přístroji byla zvolena zjednodušená čelist o šířce $b = 4$ mm, jejíž činná plocha je zaoblena poloměrem $r = 2$ mm. Stlačováním mezi dvěma takovými čelistmi určíme sílu potřebnou k rozdrčení brikety. Poměr této síly a plochy průřezu brikety udává radiální pevnost brikety τ_D .

Přístroj na měření radiální pevnosti je na obr. 12.



11. Měření tahové pevnosti — Measuring of the tensile strength limit



12. Měření radiální pevnosti — Measuring of the radial strength limit

POVRCHOVÁ TVRDOST

Z výživářského hlediska je maximální povrchová tvrdost granule či brikety omezena, protože od jisté hodnoty omezuje trávení či dokonce poškozuje zažívací trakt zvířete. Největší tvrdost je vždy na povrchu, kde vznikají tvrdé vrstvy třením o stěnu lisovacího kanálku.

Povrchová tvrdost se měří vtlačováním kulové plochy o průměru 3 mm do povrchu brikety. Zatěžovací síla se volí tak, aby hloubka vtisku nepřekročila 1 mm.

Tvrdost brikety H je pak dána jako poměr zatěžovací síly a plochy vtisku

$$H = \frac{M \cdot g}{\pi(2 \cdot r \cdot h - h^2)} \quad (\text{N} \cdot \text{mm}^{-2})$$

kde: H — povrchová tvrdost ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$)

M — hmotnost zkušební hmoty (kg)

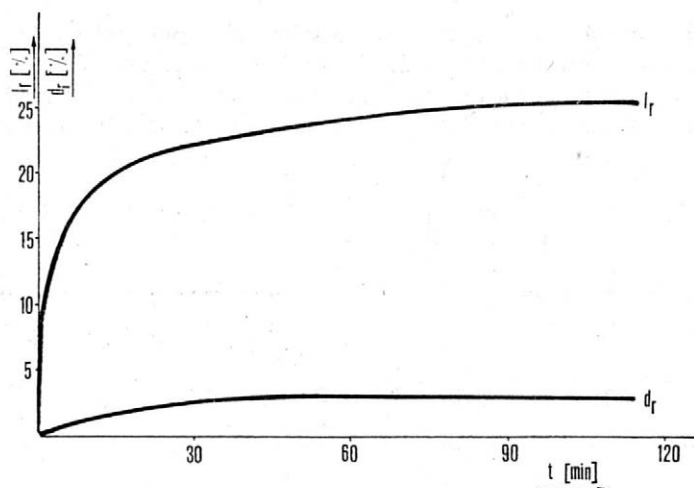
r — poloměr zkušební hmoty (mm)

h — hloubka vpichu (mm)

ROZTAŽNOST TVAROVÝCH KRMIV

Po vytlačení z lisovacího prostoru nezachovávají granule — a zvláště pak brikety s obsahem slámy — své rozměry. Vlivem elastické složky deformace nabývají na průměru a zejména na délce. Tuto retardaci lze potlačit hydrotermickou úpravou směsi před lisováním, zvýšením lisovacího tlaku a prodloužením lisovací doby. Minimální lisovací doba pro směs se slámou je 5 s. Retardace začíná okamžitě po uvolnění lisovacího tlaku, největší je v prvních minutách po vylisování a asi po 30 minutách se již rozměry příliš

13. Roztažnost tvarova- ných krmiv — Post- pelleting expansion



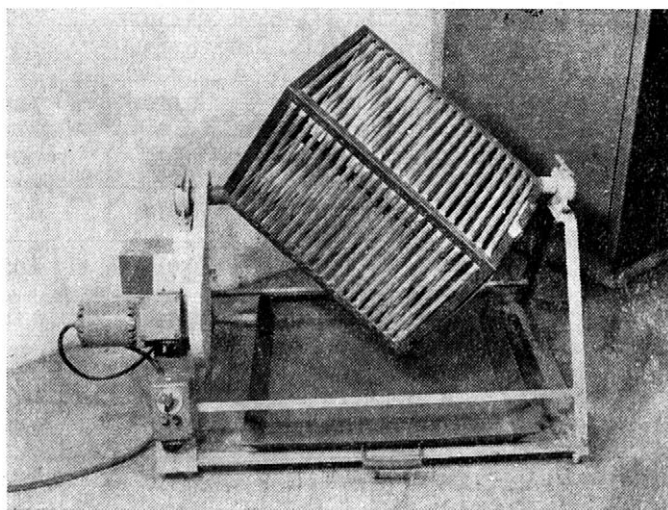
nemění. Délková roztažnost brikety s obsahem slámy je až 25 %, zvětšení průměru okolo 2 %.

Závislost relativní délkové roztažnosti brikety l_r a relativní roztažnosti průměru brikety d_r na čase t je uvedena na obr. 13.

OTĚRUVZDORNOST

Otěruvzdornost je schopnost granulí a briket odolávat otěru, odrolování a rozdrobování při mechanické dopravě. Skutečné mechanické namáhání, které je v laboratorních podmínkách simulováno testem otěruvzdornosti, je mnohem mírnější než tento test. Pro granule do průměru 12 mm se užívá uzavřeného krabicového přístroje, vyvinutého firmou Bühler. Pro brikety byl podle americké normy ASAE S 269.2 zkonstruován přístroj zvaný Antigranulátor (obr. 14).

Při měření se vzorek o hmotnosti 500 g nechá otáčet frekvencí 13 min^{-1} v krabici, z níž vypadávají odrolené části menší než 8 mm, po dobu 5 minut. Otěruvzdornost σ



14. Měření otěruvzdor-
nosti (Antigranulátor)
— Measuring of the
abrasion resistance (An-
tigranulator)

je dána podílem zbytku vzorku v krabici a původní navážky. Tato metoda je poměrně rychlá a přesná a velmi dobře koreluje s ostatními dříve uvedenými vlastnostmi briket. Např. mezi pevností v tahu a otěruvzdorností je korelační koeficient $r_k = 0,70$. Proto lze test otěruvzdornosti doporučit jako hlavní kritérium pro mechanické vlastnosti briket.

V. Vybrané hodnoty mechanických vlastností briket vyrobených na experimentální tvarovací lince — Some values of mechanical properties of pellets prepared on the experimental form device

s [1]	Q [kg. h ⁻¹]	α [1]	δ_{Pt} [N. mm ⁻²]	H [N. mm ⁻²]	τ_D [N. mm ⁻²]	v_{24} [%]
0	1200	0,90	0,043	1,68	0,17	12,1
	2000	0,91	0,038	1,75	0,21	14,4
15	2000	0,8	0,021	1,55	0,11	13,8
20	1000	0,95	0,055	1,35	0,20	14,0
	2600	0,75	0,029	0,82	0,15	14,0
25	1100	0,86	0,036	1,62	0,21	12,0
	1800	0,92	0,039	1,40	0,24	13,0
	3000	0,70	0,027	1,15	0,15	13,0
30	1200	0,83	0,040	1,20	0,24	15,5
	2000	0,68	0,027	0,76	0,16	16,0
	3000	0,50	0,022	0,81	0,14	13,0
35	1200	0,84	0,032	1,34	0,18	14,0
	2000	0,72	0,023	0,97	0,15	12,0
40	1400	0,80	0,023	1,32	0,19	16,0
	2000	0,57	0,020	1,20	0,16	11,5
45	1500	0,83	0,025	1,05	0,10	15,0
	2000	0,57	0,017	0,67	<0,08	13,8
50	2000	0,75	0,017	0,65	<0,08	13,2
55	1000	0,77	0,019	0,55	<0,08	17,0
	1800	0,83	0,025	<0,20	<0,08	16,8
60	2000	0,73	<0,010	<0,20	<0,08	15,0
64	2300	0,61	<0,010	<0,20	<0,08	12,2

Významným přínosem pro měření fyzikálních vlastností krmných směsí a hlavně tvarovaných krmiv byla experimentální tvarovací linka VÚPCHT, vybudovaná v JZD Pod Třemošnou ve Lhotě u Příbramě. Zde probíhala v letech 1976 až 1979 rozsáhlá experimentální měření fyzikálních vlastností sypkých a stébelnatých složek i vyrobených briket a provozní měření příkonu lisu, axiální síly na hřídeli rolen a produkce lisu při plánovitě změně receptury s obsahem slámy pd 0 do 65 %, při změně otáček matrice od 40 do 120 min⁻¹ a změně vlhkosti použité suroviny v rozmezí od 15 do 25 %.

Pro veškerá měření uvedená pro tvarovaná krmiva byly použity brikety vyrobené na uvedené experimentální lince. Průměr briket byl vždy $d = 20$ mm, délka jednotlivých briket $(2 - 3) \cdot d = 40 - 60$ mm. Vlastnosti sypkých látek jsme měřili okamžitě po odběru z linky, vlastnosti briket po 24 hodinách od výroby. Během této doby byly brikety uloženy v klimatizované skříni o teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu 40 až 60 %. Tím bylo dosaženo standardních podmínek pro srovnání jednotlivých měření.

Vybrané výsledky provozních měření tvarovací linky jsou uvedeny v tab. V.

Použité symboly

a_1	teoretický tlak při nulové porozitě	MPa	L ⁻¹ .MT ⁻²
a_2	odolnost proti stlačování	l	l
d	průměr	m	L
d	koeficient	kg ² .s ⁻² .m ⁻⁴	L ⁻² .M ² .T ⁻²
d_r	relativní roztažnost průměru brikety	%	l
f	koeficient smykového tření	l	l
f_0	koeficient vnitřního tření	l	l
H	povrchová tvrdost brikety	N.mm ⁻²	L ⁻¹ MT ⁻²
h	hloubka vtisku	mm	L
h	výška svislé stěny	m	L
h_α	výška sypného kužele	m	L
h_β	výška sesypného kužele	m	L
l_r	relativní roztažnost délky brikety	%	l
M	hmotnost	kg	M
m	propad sítem	%	l
o	otěruvzdornost	l	l
Q	produkce lisu	kg.h ⁻¹	MT ⁻¹
p	tlak	MPa	L ⁻¹ .M.T ⁻²
r	poloměr zkušební hrotu	mm	L
r_k	koeficient korelace	l	l
S	obsah slámy	l	l
S_Q	směrodatná odchylka sypné hmotnosti	kg.m ⁻³	L ⁻³ M
S_α	směrodatná odchylka sypného úhlu	°	l
S_β	směrodatná odchylka sesypného úhlu	°	l
t	čas	min	T
V	objem	m ³	L ³
v	vlhkost	%	l
v_{24}	vlhkost brikety po 24 h	%	l
x	délkový rozměr	mm	L
α	sypný úhel	°	l
β	sesypný úhel	°	l
$\varepsilon_{r,10}$	relativní nejistota deseti měření s 95% pravděpodobností	%	l
ε	porozita	l	l
Θ	poměrná objemová deformace	l	l
κ	koeficient stlačení	l	l
ϱ	objemová hmotnost	kg.m ⁻³	L ⁻³ .M
ϱ_s	sypná hmotnost	kg.m ⁻³	L ⁻³ .M
ϱ_M	měrná hmotnost	kg.m ⁻³	L ⁻³ .M
σ	normálové napětí	N.mm ⁻²	L ⁻¹ .MT ⁻²

σ_{Pl}	pevnost v tahu	N.mm ⁻²	L ⁻¹ .MT ⁻²
τ	smykové napětí	N.mm ⁻²	L ⁻¹ .MT ⁻²
τ_o	soudržnost ve smyku	N.mm ⁻²	L ⁻¹ .MT ⁻²
τ_D	radiální pevnost	N.mm ⁻²	L ⁻¹ .MT ⁻²
φ	úhel povrchového tření	°	1
ψ	úhel vnitřního tření	°	1

Literatura

ČSN 15 3105: Drátěné tkaniny se čtvercovými oky pro kontrolní síta. 1976.

ČSN 46 7006: Společná ustanovení pro krmné směsi. 1977.

FRIEDRICH — ROBOHM: Vergleichende Pressversuche mit unterschiedlichen Stoffeigenschaften auf der Ring- und Scheibenmatrize. Kraftfutter, 52, 1969, č. 8, s. 5390.

KAZAKOV — GONČAROVA — LEONOVA: Fiziko-mechaničeskije svojstva ingredientov kombikormov. Mukomol. elev. prom., 1971, č. 10, s. 522.

KRUPÍČKA — ŽURKOVIČ — HNILICA — ANDRT: Výzkum změny fyzikálně mechanických vlastností materiálů způsobovaných pracovními orgány strojů v živočišné výrobě. [Závěrečná zpráva ZT-0-15.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1975.

Došlo dne 24. 9. 1980

БУДИЧЕК, Л. — КАВАН, В. (Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт сахарной промышленности, Прага): Механические свойства кормов для конструирования и эксплуатации кормопроизводственной техники. Земѣд. Techn., 27, 1981 (5): 279-297.

Разработка кормопроизводственной техники с высокопроизводительными параметрами требует совершенного знания механических свойств применяемых сыпучих и стебельчатых материалов. Для конструкции установок необходимо учесть следующие свойства: насыпной и сыпной углы, внутренние и поверхностные трения, гранулометрический состав, насыпную массу, объемную упругость, влажность. Изготовленные гранулы и брикеты с механического аспекта можно оценивать по прочности при растяжении, радиальной прочности, твердости поверхности, растяжимости после прессования и по устойчивости против истираемости. Приводятся методики измерения и результаты лабораторных и производственных испытаний.

насыпной и сыпной углы; внутреннее и поверхностное трение; гранулометрический состав; насыпная масса; сжимаемость; влажность; поверхность растяжения; радиальная прочность; твердость поверхности; растяжение после прессования; устойчивость против истирания

BUDÍČEK, L. — KAVAN, V. (Research and Development Institute of the Sugar Industry, Praha): Mechanical Properties of Fodders for the Construction and Operation of Fodder Industry Machinery. Zemѣd. Techn., 27, 1981 (5): 279-297.

To design fodder industry machinery with high performance parameters requires a thorough knowledge of mechanical properties of the used bulk and stemmed materials. For the construction of the equipment especially the following properties are to be respected: angle of repose and chute, internal and surface friction, granulometric composition, bulk density, compressibility, humidity. From the mechanical point of view the produced granules and pellets may be judged according to tensile strength, radial strength, surface hardness, expansibility after pressing and abrasion resistance. Methods of measurement and results of laboratory as well as operational tests are given.

angle of repose and chute; internal and surface friction; granulometric composition; bulk density; compressibility; humidity; tensile strength; radial strength; surface hardness; expansibility after pressing; abrasion resistance

BUDÍČEK, L. — KAVAN, V. (Forschungs- und Entwicklungszentrum der Zuckerindustrie, Praha): *Mechanische Eigenschaften des Futters für die Konstruktion und den Betrieb von Futterwirtschaftstechnik*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 279-297.

Die Lösung der Futterwirtschaftstechnik mit hohen Leistungsparametern erfordert eine gründliche Kenntnis der mechanischen Eigenschaften der verwendeten schütteren und halmartigen Materialien. Für die Konstruktion der Einrichtungen sind vor allem die folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen: Schütt- und Rutschwinkel, innere und Oberflächenreibung, granulometrische Zusammensetzung, Schüttmasse, Preßbarkeit, Feuchtigkeit. Von mechanischer Hinsicht können die hergestellten Pillen und Briketts nach Zugfestigkeit, Radialfestigkeit, Oberflächenhärte, Ausdehnbarkeit nach dem Pressen und Abreibfestigkeit beurteilt werden. Es werden Meßmethodiken und Ergebnisse von Labor- und Betriebsprüfungen angeführt.

Schütt- und Rutschwinkel; innere und Oberflächenreibung; granulometrische Zusammensetzung; Schüttmasse; Preßbarkeit; Feuchtigkeit; Zugfestigkeit; Radialfestigkeit; Oberflächenhärte; Ausdehnbarkeit nach dem Pressen; Abreibfestigkeit

Adresa autorů:

Ing. Ludvík Budíček, CSc., ing. Vít Kavan, Výzkumná a vývojová základna cukrovarnického průmyslu Praha, Komořanská 30, 143 19 Praha - Modřany; pracoviště: U Nikolajky 5, 151 28 Praha - Smíchov

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

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

C 19.978/159

Kostenelemente und Entschädigungsansätze für die Benützung von Landmaschinen 1980.

Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt f. Betriebswirtschaft und Landtechnik 1979. 5 s., 2 obr. 2 tab., tab. v příl. (Zemědělské stroje — použití — 1980 — odpisy — výzkum / Zemědělské stroje — náklady a odpisy — 1980 — výzkum — Švýcarsko)

D 68.826

Gruppenverzeichnis und Verzeichnis der bisher erschienen Prüfberichte.

Potsdam-Bornim, Zentrale Prüfstelle f. Landtechnik 1973. 71 s. (Potsdam-Bornim — Výzkumný ústav zemědělské techniky — zkoušení strojů — zprávy)

D 67.902/825

Overzicht verschenen bulletins Merkenonderzoek.

Wageningen, IMAG 1979. 31 s. Bulletin 825. (Wageningen — zkušebna zemědělských strojů — zkoušky — seznamy)

D 69.307/1

Statens jordbrugstekniske forsøg.

Bygholm, SJF 1979. Nestr. Meddelelse 1. (Bygholm — zkušebna zemědělských strojů — činnost — 1978)

D 69.307/1-60

Indholdsfortegnelse.

Bygholm, SJF 1979. Nestr. Meddelelse 1-60. (Zkušebny zemědělských strojů — Dánsko — Bygholm — zkoušky — 1979 — seznamy)

D 68.254

Annual report of the Swedish Institute of agricultural engineering.

Uppsala, Swedish Institute of agricultural engineering No 1975/76. 44 s.; 1976/77. 53 s.; 1977/78. 47 s. (Mechanizace zemědělství — Švédsko — ročenka / Uppsala — Výzkumný ústav mechanizace zemědělství — ročenka)

VYUŽITIE MATICOVÉHO POČTU V ANALÝZE HYDROSTATICKÝCH PREVODOVÝCH MECHANIZMOV

J. Knoll

KNOLL, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Využitie maticového počtu v analýze hydrostatických mechanizmov*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5): 299–307.

Rotačné hydrostatické prvky sú určené prúdovou a momentovou (tlakovou) rovnicou v lineárizovanom tvare. Tieto rovnice je výhodné uviesť do operátorového tvaru použitím Laplaceovej transformácie a vyjadriť ich v maticovom tvare. Využitím výhod maticového počtu je možné určiť obrazový prenos riadenia a poruchy a pomocou samočinného číslicového počítača nakresliť prechodové charakteristiky, resp. frekvenčne-fázovú a frekvenčne-amplitúdovú charakteristiku.

maticový počet; hydrostatický prevodník

V súčasnej dobe sme svedkami mohutného nástupu hydrostatických prevodových mechanizmov v poľnohospodárskych strojoch. Napriek ich pomerne vysokej cene oproti klasickým mechanizmom majú nesporne veľké výhody najmä v tom, že majú dobré dynamické vlastnosti a dajú sa pohodlne regulovať. Pred použitím konkrétnych prvkov do vyvíjaného stroja by sme mali poznať ich dynamické vlastnosti. K tomu máme dnes vybudovaný matematický aparát, s využitím ktorého môžeme na samočinných počítačoch sledovať vlastnosti jednotlivých prvkov alebo celej sústavy použitej v poľnohospodárskych strojoch.

Maticový počet a jeho zázemie, lineárna algebra, sa v posledných dvadsiatich rokoch stali jedným zo základných, užitočných a účinných prostriedkov v najrôznejších odboroch ľudského bádania a tvorivej činnosti (Schmidtmayer, 1974).

Maticový počet sa začal používať najprv v elektrotechnike, potom v rôznych odboroch strojárstva, teda aj pri štúdiu tekutinových mechanizmov (Zymák, 1970).

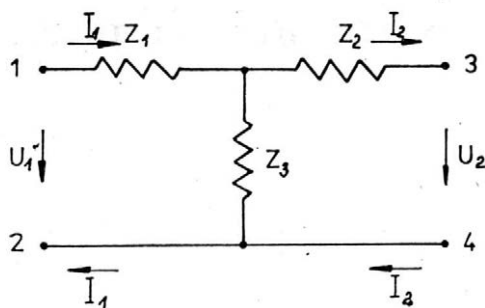
V technickej praxi sme často nútení uspokojiť sa s približným popisom skutočnosti, a to preto, aby matematické spracovanie bolo vôbec uskutočniteľné (Draždil, 1970; Ihring, 1979). Takýmto približným vyjadrením je napr. linearizácia daného problému. Ak máme určené lineárne alebo linearizované rovnice, môžeme daný problém riešiť maticami, čo umožňuje úsporné a prehľadné vyjadrenie postupu riešenia (Schmidtmayer, 1974; Zymák, 1970).

ZÁKLADNÉ ROVNICE ELEKTRICKÉHO ŠTVORPÓLU

V teoretickej elektrotechnike je rozpracovaná teória štvorpólov (Schmidtmayer, 1974), ktoré sú triedené z rôznych hľadísk, napr. na aktívne, pasívne, lineárne atď. Štvorpóly (Angot, 1971) môžeme radiť kaskádovite, sériovo, paralelne atď.

Hydrostatické prvky, napr. hydrogenerátor, potrubie, môžeme považovať za pasívny T článok (Schmidtmayer, 1974; Zymák a Fischer, 1974) — (obr. 1).

Základné rovnice lineárneho pasívneho štvorpólu T pri danej definícii vstupných a výstupných prúdov ako aj napätí (Schmidtmayer, 1974) sú



1. Pasívny štvorpól (T-článok) — Passive quadripole (T-network)

$$U_1 = (Z_1 + Z_3) I_1 - Z_3 I_2 \quad (1)$$

$$U_2 = Z_3 I_1 - (Z_2 + Z_3) I_2 \quad (2)$$

kde: $U_1; U_2$ — napätie
 $I_1; I_2$ — prúd
 $Z_1; Z_2; Z_3$ — komplexná impedancia

Rovnice (1) (2) môžeme usporiadať do maticového tvaru

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (Z_1 + Z_3) & -Z_3 \\ Z_3 & -(Z_2 + Z_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

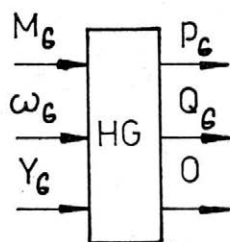
Zápis (3) môžeme ďalej zjednodušiť

$$\mathbf{U} = \mathbf{Z} \mathbf{I} \quad (4)$$

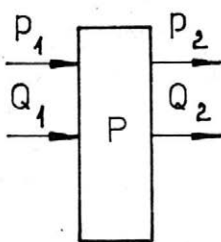
kde: $\mathbf{U}$ — stĺpcový vektor napätia
 $\mathbf{Z}$ — matica operátora $\hat{Z}$
 $\mathbf{I}$ — stĺpcový vektor prúdov

KLASIFIKÁCIA HYDROSTATICKÝCH PRVKOV

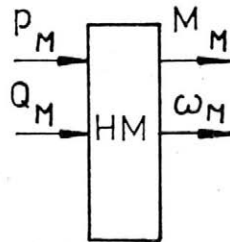
Regulačný hydrogenerátor (HG) má vstupné hodnoty: otáčky hriadeľa, točivý moment a polohu regulačného orgánu; výstupné veličiny sú prúd a tlak kvapaliny.. Uvedený regulačný HG môžeme považovať za šesťpól, jeden pól je nulový (obr. 2).



2



3



4

2. Regulačný hydrogenerátor — Regulating hydraulic generator

3. Spojovacie potrubie medzi hydrogenerátorom a hydromotorom — Connecting piping between hydraulic generator and hydraulic motor

4. Neregulačný hydromotor — Non-regulation hydraulic motor

Spojovacie potrubie medzi HG a hydromotorom (HM) (obr. 3) považujeme za štvrtopól, podobne ako neregulačný hydromotor (obr. 4).

Obecne môžeme meniť vstupné a výstupné veličiny a tým dostaneme rôzne maticetvar (Ihring, 1979). Pre hydrostatický prvok ako štvrtopól používame štyri typy matic (názvy sú ako v elektrotechnike):

- postupne kaskádovitá „A“
- spätne kaskádovitá „B“
- paralelne sériová „G“
- sériovo paralelná „H“

Uvedené typy matic vystihujú hydrostatický prvok uvažovaný ako lineárny štvrtopól.

Je potrebné poznamenať, že hydrostatické prvky sú nelineárne, a preto je potrebné uskutočniť linearizáciu (z nameraných charakteristík) v okolí pracovného bodu (Ihring, 1979).

ZÁKLADNÉ ROVNICE HYDROGENERÁTORA

V prípade, že nebudeme meniť základný geometrický objem regulačného HG, teda $Y_G = \text{konšt.}$ (obr. 2), môžeme ho považovať za HG s konštantným geometrickým objemom.

Potom je HG určený dvoma rovnicami:

momentová rovnica:

$$M_G = k_G p_G + J_G \frac{d\omega_G}{dt} + b_G \omega_G \quad (5)$$

kde: M_G — moment na hriadeľ HG

p_G — užitočný tlak

b_G — súčiniteľ tlmenia

k_G — konštanta

ω_G — uhlová rýchlosť

prúdová rovnica:

$$Q_G = Q_1 + p_1 G_G + C_G \frac{dp_1}{dt} \quad (6)$$

kde: G_G — zvodová priepustnosť určená z charakteristiky $Q = f(p)$

C_G — hydraulická kapacita (v tlakovej vetve)

Q_1 — užitočný prúd tekutiny

V rovniciach (5) a (6) predpokladáme, že platí $p_G \doteq p_1$ (Zymák a Fischer, 1974); uvedené rovnice popisujú dynamické vlastnosti HG v oblasti malých porúch.

Rovnice väzieb určujú vzťah medzi hydraulickými a mechanickými veličinami

$$M_G = \frac{V_G}{2\pi} p_1 = k_G p_1 \quad (7)$$

$$Q_G = \frac{V_G}{2\pi} \omega_G = k_G \omega_G \quad (8)$$

kde: V_G — geometrický objem HG

Rovnicu (6) môžeme prepísať do tvaru

$$k_G \omega_G = Q_1 + p_1 G_G + C_G \frac{dp_1}{dt} \quad (9)$$

Rovnice (5) a (9) vyjadrené v operátorovom tvare sú

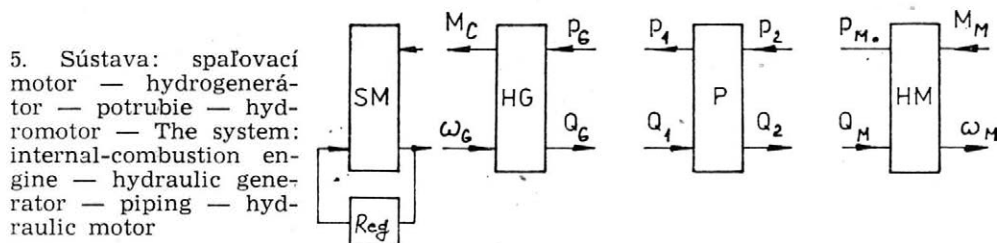
$$M_G(s) = k_G p_1(s) + f_G s \omega_G(s) + b_G \omega_G(s) \quad (10)$$

$$k_G \omega_G(s) = Q_1(s) + G_G p_1(s) + C_G s p_1(s) \quad (11)$$

kde: s — Laplaceov operátor

V rovniciach (10) a (11) nie je uvažované nasávacie potrubie HG.

Pri rozbiehaní mobilného stroja zdroj mechanickej energie (napr. spaľovací motor) odovzdáva svoju energiu, t. j. točivý moment a uhlovú rýchlosť, do HG (obr. 2.), teda vstupné veličiny HG sú M_G a ω_G , výstupné Q_G a p_G . Predpokladajme, že poľnohospodársky stroj v pracovnom procese je v rovnovážnom stave. Porušenie rovnovážneho stavu nastane tým, že sú zaťažované pojazďové kolesá. Potom je vstupná veličina zaťažovací moment, t. j. moment na hriadieli HM. Spaľovací motor (SM) je vybavený proporcionálnym regulátorom (Knoll, Alexík, 1979), ktorý reguluje otáčky spaľovacieho motora. Uhlovú rýchlosť teda môžeme považovať za regulovanú veličinu a točivý moment za poruchovú veličinu. Sústava pre tento prípad je na obr. 5.



V ďalšom odvodíme rovnice pre prípad, ktorý je najčastejší pri zaťažení mobilného stroja.

Rovnice HG (10) a (11) upravíme tak, aby vstupné veličiny boli p_1 a ω_G a výstupné M_G a Q_G . Rovnice (10) a (11) upravíme na tvar:

$$M_G(s) = k_G p_1(s) + R_G k_G^2 (T_{1G} s + 1) \omega_G(s) \quad (12)$$

$$Q_1(s) = -G_G (T_{2G} s + 1) p_1(s) + k_G \omega_G(s) \quad (13)$$

Rovnice (12) (13) vyjadríme v maticovej forme

$$\begin{bmatrix} M_G(s) \\ Q_G(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11G} & H_{12G} \\ H_{21G} & H_{22G} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1(s) \\ \omega_G(s) \end{bmatrix} = \mathbf{H}_G \begin{bmatrix} p_1(s) \\ \omega_G(s) \end{bmatrix} \quad (14)$$

Matica H_G má tieto prvky:

$$H_{11G} = k_G$$

$$H_{12G} = R_G k_G^2 (T_{1G} s + 1)$$

$$H_{21G} = -G_G (T_{2G} s + 1)$$

$$H_{22G} = k_G$$

V rovniciach (12) a (13) jednotlivé veličiny znamenajú:

R_G — odpor proti pohybu

$T_{1G} = \frac{f_G}{b_G}$ — časová konštanta

J_G — hmotný moment zotrvačnosti HG

b_G — tlmenie HG

$T_{2G} = \frac{C_G}{G_G}$ — časová konštanta

C_G — kapacita HG (v tlakovej vetve)

G_G — zvodová priepustnosť HG

ZÁKLADNÉ ROVNICE SPOJOVACIEHO POTRUBIA

Uvažujeme krátke potrubie dokonale tesné, v ktorom nedochádza k úniku kvapaliny. V takom prípade vznikajú len straty prúdu kvapaliny pri zmenách tlaku a straty tlaku vyvolané odporom proti pohybu kvapaliny a odporom proti zrýchleniu kvapaliny (Zymák, 1970).

Prietoková rovnica potrubia (obr. 3).

$$Q_2 = Q_1 - C_p \frac{dp_1}{dt} \quad (15)$$

Tlaková rovnica

$$p_1 = p_2 + R_p Q_2 + L_p \frac{dQ_2}{dt} \quad (16)$$

kde: C_p — kapacita potrubia a kvapaliny

R_p — odpor proti pohybu

L_p — odpor proti zrýchleniu

Rovnice (15) a (16) vyjadrené v operátorovom tvare

$$Q_2(s) = Q_1(s) - C_p s p_1(s) \quad (17)$$

$$p_1(s) = p_2(s) + R_p Q_2(s) + L_p s Q_2(s) \quad (18)$$

Podľa obr. 5 sú vstupné veličiny p_2 a Q_1 , výstupné p_1 a Q_2 , (predpokladáme $Q_1 = Q_G$).

Rovnice (17) a (18) upravíme na tvar:

$$p_1(s) = \frac{1}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1} p_2(s) + \frac{R_p(T_{1p}s + 1)}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1} Q_1(s) \quad (19)$$

$$Q_2(s) = -\frac{C_p s}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1} p_2(s) + \frac{1}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1} Q_1(s) \quad (20)$$

Rovnice (19) a (20) vyjadríme v maticovom tvare:

$$\begin{bmatrix} p_1(s) \\ Q_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11P} & H_{12P} \\ H_{21P} & H_{22P} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_2(s) \\ Q_1(s) \end{bmatrix} = \mathbf{H}_P \begin{bmatrix} p_2(s) \\ Q_1(s) \end{bmatrix} \quad (21)$$

Matica H_P (21) má tieto prvky:

$$H_{11P} = \frac{1}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1}$$

$$H_{12P} = \frac{R_p (T_{1p}s + 1)}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1}$$

$$H_{21P} = - \frac{C_p s}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1}$$

$$H_{22P} = \frac{1}{T_p^2 s^2 + 2a_p T_p s + 1}$$

kde: $T_{1p} = \frac{L_p}{R_p}$ — časová konštanta

$T_p = \sqrt{L_p C_p}$ — časová konštanta

$a_p = \frac{C_p R_p}{\sqrt{L_p C_p}}$ — pomerné tlmenie

ZÁKLADNÉ ROVNICE HYDROMOTORA

Pre HM s konštantným geometrickým objemom sú základné rovnice rovnaké ako u HG. S odpadovým potrubím nebudeme uvažovať.

Momentová rovnica HM

$$M_M = k_M p_M + J_M \frac{d\omega_M}{dt} + b_M \omega_M \quad (22)$$

Prietoková rovnica

$$Q_2 = k_M \omega_M = Q_M + G_M p_M + C_M \frac{dp_M}{dt} \quad (23)$$

Rovnice (22) a (23) vyjadrené v operátorovom tvare

$$M_M(s) = k_M p_M(s) + J_M s \omega_M(s) + b_M \omega_M(s) \quad (24)$$

$$k_M \omega_M(s) = Q_M(s) + G_M p_M(s) + C_M s p_M(s) \quad (25)$$

Rovnice (24) a (25) upravíme tak, aby vstupnými veličinami boli zaťažujúci moment na hriadieli HM a prúd kvapaliny, vstupnými veličinami potom uhlová rýchlosť a tlak (obr. 5). (Prdpokladáme $p_2 = p_M$, $Q_2 = Q_M$.)

Rovnice (24) a (25) upravíme na tvar

$$p_M(s) = \frac{K_1}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1} M_M(s) - \frac{K_2 (T_{1M} s + 1)}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1} Q_M(s) \quad (26)$$

$$\omega_M(s) = \frac{K_3 (T_{2M} s + 1)}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1} M_M(s) + \frac{K_1}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1} Q_M(s) \quad (27)$$

Rovnice (26) a (27) vyjadríme v maticovom tvare

$$\begin{bmatrix} p_M(s) \\ \omega_M(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11M} & H_{12M} \\ H_{21M} & H_{22M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_M(s) \\ Q_M(s) \end{bmatrix} = \mathbf{H}_M \begin{bmatrix} M_M(s) \\ Q_M(s) \end{bmatrix} \quad (28)$$

Matica H_M (28) má tieto prvky

$$H_{11M} = \frac{K_1}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1}$$

$$H_{12M} = - \frac{K_2 (T_{1M} s + 1)}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1}$$

$$H_{21M} = \frac{K_3 (T_{2M} s + 1)}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1}$$

$$H_{22M} = \frac{K_1}{T_M^2 s^2 + 2a_M T_M s + 1}$$

Jednotlivé konštanty v prvkoch matice (28) znamenajú:

$$K_1 = \frac{1}{K_M (1 + G_M R_M)}$$

$$K_2 = \frac{R_M}{1 + G_M R_M}$$

$$K_3 = \frac{G_M}{K_M^2 (1 + G_M R_M)}$$

Časové konštanty

$$T_M = \sqrt{\frac{L_M C_M}{1 + G_M R_M}}; \quad T_{1M} = \frac{j_M}{b_M}$$

Pomerné tlmenie:

$$a_M = \frac{L_M G_M + R_M C_M}{2 \sqrt{L_M C_M (1 + R_M G_M)}}$$

kde: L, G, R, j, a — majú ten istý význam ako u hydrogenerátora

K hmotnému momentu zotrvačnosti motora pripočítame hmotný moment zotrvačnosti záťaže.

Uvedená sústava má z vonkajšieho pohľadu (obr. 5) vstupné veličiny M_M a ω_G , výstupné M_G a ω_M .

Pretože jednotlivé prvky sústavy sú radené kaskádovite (5), môžeme výslednú prenosovú maticu vyjadriť ako súčin jednotlivých matic prvkov celej sústavy.

$$\begin{bmatrix} M_G(s) \\ \omega_M(s) \end{bmatrix} = \mathbf{H}_G \mathbf{H}_P \mathbf{H}_M \begin{bmatrix} M_M(s) \\ \omega_G(s) \end{bmatrix} = \mathbf{H}_S \begin{bmatrix} M_M(s) \\ \omega_G(s) \end{bmatrix} \quad (29)$$

Vo výraze (29) je H_S prenosová matica sústavy. Matica H_S vo výraze (29) má tieto prvky:

$$\mathbf{H}_S = \begin{bmatrix} H_{11s} & H_{12s} \\ H_{21s} & H_{22s} \end{bmatrix} \quad (30)$$

Jednotlivé prvky vo výraze (30) sú určené podľa pravidiel násobenia matic.

Ak predpokladáme, že ω_G je regulovaná veličina, teda $\Delta\omega_G = 0$, môžeme z výrazu (29) a (30) určiť prenos poruchy, t. j.

$$\begin{vmatrix} M_G(s) \\ \omega_M(s) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} H_{11s} & H_{12s} \\ H_{21s} & H_{22s} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} M_M(s) \\ 0 \end{vmatrix} \quad (31)$$

Z výrazu (31) určíme obrazový prenos poruchy

$$F_Z(s) = \frac{M_G(s)}{M_M(s)} = H_{11s} \quad (32)$$

V danom prípade v obrazovom prenose je vstupná veličina zaťažujúci moment na hriadieli hydromotora M_M a výstupná veličina je točivý moment na hriadieli hydromotora M_G . Ako vidíme, prenos záťaže (poruchy) je vlastne prvok H_{11s} , ktorý je prvkom prenosovej matice celej sústavy.

Analogicky môžeme určiť obrazový prenos riadenia. Príkladajme, že sa záťaž nemení ($\Delta M_M = 0$), potom obrazový prenos riadenia z prenosovej matice (29) a (30) sa rovná:

$$F_\omega(s) = \frac{\omega_M(s)}{\omega_G(s)} = H_{22s} \quad (33)$$

Z výrazu (33) je obrazový prenos riadenia prvok H_{22s} výslednej prenosovej matice.

ZÁVER

V príspevku sú uvedené základné rovnice elektrického pasívneho štvorpólu, ktoré sú aplikované na hydrostatické prvky. Uvažované hydrostatické prvky sú: rotačný hydrogenerátor a rotačný hydromotor.

Rovnice sú uvedené do operátorového tvaru, ďalej sú vyjadrené v maticovom tvare. Ako vidieť, maticový počet umožňuje prehľadný zápis riešeného problému. Z výrazov (32) a (33) je možné na samočinnom číslicovom počítači nakresliť prechodové charakteristiky, resp. frekvenčne-amplitúdovú a frekvenčne-fázovú charakteristiku sústavy (Bodeho diagram).

Tieto charakteristiky nám dávajú obraz, ako daná sústava reaguje na jednotkový skok záťaže (vstupného momentu) a na zmenu frekvencie záťaže.

Literatúra

- ANGOT, A.: Užitá matematika pro elektrotechnické inženýry. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1971.
 DRÁŽDIL, M.: Dynamické chování rotačních hydromotorů při proudovém a tlakovém řízení. Automatizace, 1970, č. 10.
 IHRING, J.: Projektovanie hydraulických a pneumatických obvodov. Bratislava, ALFA 1979.
 KNOLL, J. — ALEXÍK, M.: Identifikácia regulátora vstrekovacieho čerpadla motora traktora ZETOR 8001. Zeměd. Techn., 25, 1979, č. 4, s.
 SCHMIDTMAYER, J.: Maticový počet a jeho použití v technice. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1974.
 ZYMÁK, V.: Přenosové matice hydraulického potrubí. Automatizace, 1970, č. 10.
 ZYMÁK, V. — FISCHER, J.: Výpočty regulačních obvodů se zaměřením na hydraulické prvky. ŠKODA, o. p., Plzeň 1974.

Došlo dňa 1. 10. 1980

KNOLL, Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): *Применение матрицевых вычислений в анализе гидростатических механизмов передач*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 299-307.

Рациональные гидростатические элементы определяются при помощи уравнений тока и моментного давления в линеаризированной форме. Эти уравнения выгодно привести в оперативную форму при помощи трансформации Лапласа и выразить их в матрицевой форме. Используя преимущества матрицевых вычислений можно определить трансформацию образа управления и повреждения и при помощи ЭВМ начертить переходные характеристики: частотно-фазовую и частотно-амплитудную.

матрицевое вычисление; гидростатический преобразователь

KNOLL, J. (University of Agriculture, Nitra): *Use of Matrix Calculus in the Analysis of Hydrostatic Gear Mechanisms*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 299-307.

Hydrostatic rotation elements are determined by the flow and moment (pressure) equation in linearized form. It is of advantage to transform these equations into operator form by the use of Laplace transformation and to express them in matrix form. By the use of the advantages of the matrix calculus it is possible to determine the picture transmission of operation and failure and by help of automatic digital computer to draw the transient characteristics, and/or the frequency-phase and frequency amplitude characteristics.

matrix calculus; hydrostatic gear

KNOLL, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Ausnutzung der Matrixrechnung in der Analyse hydrostatischer Getriebemechanisme*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 299-307.

Die hydrostatischen Rotationselemente sind mit der Strom- und Moment-(Druck-)gleichung in linearisierter Form bestimmt. Es ist zweckmäßig diese Gleichungen in Operatorform unter Anwendung der Laplaceschen Transformation umzuwandeln und sie in Matrixform zum Ausdruck zu bringen. Durch Nutzung der Vorteile der Matrixrechnung ist es möglich die Bildübertragung der Steuerung und Störung zu bestimmen und mit der automatischen Digitalrechenanlage die Übergangscharakteristiken, bzw. die Frequenz-Phasen- und Frequenz-Amplitudencharakteristik zu zeichnen.

Matrixrechnung; hydrostatisches Getriebe

Adresa autora:

Ing. Jozef Knoll, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, ul. plk. Gagua 10, 949 01 Nitra

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

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

D 50.847/2481

Förteckning över under aren 1974—1978 publicerade redogörelser.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1978. 10 s. Meddelande 2481. (Uppsala — zkušebna zemědělských strojů — testy — seznamy)

D 50.847/2567

Förteckning över under aren 1975—1979 publicerade redogörelser.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1979. 12 s. Meddelande 2567. (Uppsala — Výzkumný ústav mechanizace zemědělství — testy — přehledy)

BALIGAND, J.

C 8.421/467

La formation à la securite à l'egard des materiels agricoles.

Tome 3. Études du CNEEMA 467. (Zemědělské stroje — bezpečnost práce — příručka / Manipulace s materiálem — mechanizace — bezpečnost práce — příručka)

BILANSKI, W. K. — GHATE, S. R.

C 23.512/79/93

Noise from agricultural machinery can cause hearing impairment.

Toronto (Ontario), Min. of agric. and food 1979. Nestr. obr. Factsheet 93. (Zemědělské stroje — hlučnost — člověk — sluch — vliv)

MAREK, G.

E 38.142/195

Hinweise und Erfahrungen zur Instandhaltung der maschinentechnischen Ausrüstungen.

Markkleeberg, Landwirtschaftsausstellung d. DDR 1977. 23 s., obr., tab. (Zemědělská technika — údržba)

MARYŠEV, A. N.

E 39.847

Nasosnyje ustanovki s gidroakkumuljatorami.

Alma-Ata, Kajnar 1979. 100 s., 40 obr., 7 tab. (Akumulátory hydraulické — čerpací zařízení — voda — zásobování — použití — zemědělské závody — příručka)

TVORBA ZÁVAZNÝCH VÝROBNÍCH POSTUPŮ V ROSTLINNÉ VÝROBĚ ZEMĚDĚLSKÝCH PODNIKŮ

D. Hrianka

HRIANKA, D. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Tvorba závazných výrobních postupů v rostlinné výrobě zemědělských podniků*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 309-320.

K objektivizaci procesu řízení spojeného s realizací záměrů technické politiky zemědělského podniku musí být připraveny výchozí podklady. Jedním ze syntetizujících podkladů pro řízení pracovního využívání zemědělské strojové techniky jsou závazné výrobní postupy. Předpokládá se, že vypracované závazné výrobní postupy budou na zemědělském podniku každým rokem zpřesňovány, event. doplňovány v souladu s měnícími se výrobními a organizačními podmínkami tak, aby postupně nabývaly charakteru normativních ukazatelů. Normativní ukazatele kumulované do datové základny podniku by potom byly v plném rozsahu využívány v informačních a řídicích automatizovaných systémech, se kterými se v zemědělství v blízké budoucnosti počítá.

objektivizace procesu řízení; závazné výrobní postupy; výrobní podmínky; organizační podmínky; normativní ukazatele

Zemědělská strojová technika nevystupuje ve výrobě jako samostatný faktor; proto řízení jejího provozu je třeba chápat jako součást řízení podniku.

Výchozím prvkem celého cyklu řízení je plánování. V technické oblasti se tento pojem kryje v podstatě s pojmem „technická politika“, kterou se rozumí cílevědomý proces zavádění technického pokroku do zemědělství v závislosti na dlouhodobých záměrech národního hospodářství. Její obsah se postupně vyvíjel a dnes obsahuje:

1. prognózu rozvoje zemědělské strojové techniky (dosah 15—30 let);
2. koncepci rozvoje zemědělské strojové techniky, včetně návrhu systému komplexní péče o ni (úsek 10—15 let);
3. soustavu pro komplexní mechanizaci zemědělské výroby, obsahující vzorové výrobní postupy, soustavu strojů a jejich kmenové stavy (dosah 10—15 let s pravidelným zpřesňováním);
4. zajištění dodávek zemědělské strojové techniky na období pěti-letky, usměrňování způsobů využívání strojové techniky (včetně doporučení, jak řídit její provoz a zabezpečit provozuschopnost), jakož i systém přípravy a rozmístění kádřů;
5. závazné plánovací údaje (normativy) z oblasti využití a péče o zemědělskou strojovou techniku.

Zemědělský podnik, který chce realizovat záměry a zásady technické politiky, musí postupovat podle následujícího schématu a musí zpracovat:

- vlastní koncepci technického rozvoje (v souladu s dlouhodobým plánem výroby a předpokládanou soustavou strojů);
- závazné výrobní postupy, charakterizující především rozsah práce, požadovanou kvalitu, způsob a lhůty provedení;
- návrh zdůvodněné (optimální) potřeby strojové techniky;
- rámcové roční úkoly v oblasti nasazení strojové a dopravní techniky, zabezpečení její provozní pohotovosti a využití kapacit opravny;
- plán obnovy strojového parku (rámcový, roční);
- sezónní plán nasazení a zabezpečení provozní pohotovosti zemědělské strojové techniky.

Uvedené body představují v podstatě soubor plánovacích podkladů, které slouží pro řízení technického rozvoje s plným respektováním výrobního zaměření podniku. Protože mají objektivní charakter, z větší části jsou formalizovatelné a navzájem souvisejí, mohou vytvořit v rámci automatizovaného systému řízení podniku samostatný ucelený subsystém strojová technika (Špelina a Hrianka, 1976; Špelina, 1980).

V rámci prací na tomto úseku byla proto vypracována metodika pro tvorbu závazných výrobních postupů v rostlinné výrobě jako jeden z výchozích podkladů pro realizaci technické politiky zemědělského podniku.

METODIKA TVORBY ZÁVAZNÝCH VÝROBNÍCH POSTUPŮ

Závazné výrobní postupy (ZVP) tvoří, jak již bylo uvedeno, výchozí podklad pro plánování a řízení výrobního procesu; předpokládá se, že se při tom uplatní automatizované informační a řídicí systémy.

ZVP se zpracovávají vždy pro jednotlivé plodiny a respektují se specifické poměry na jednotlivých pozemcích. Každý rok se musí v zemědělském podniku zpřesňovat (na základě již dosažených výsledků) a přizpůsobovat nové skutečnosti (výměře příslušných plodin, jejich rozmístění na pozemky ap.).

Aby bylo možné celý výrobní proces v rozsahu rostlinné výroby co nejdokonaleji pochopit — a tak využít pro řízení výroby, ale i podniku — je účelné popsat jej ze čtyř základních hledisek:

- agronomického,
- mechanizačního,
- ekonomického,
- doplňujícího.

AGRONOMICKÁ ČÁST

by měla (podle konzultací s agronomickým úsekem) obsahovat údaje výstižně charakterizující výrobní předmět, dále práce a podmínky pro dosažení co nejvyššího výnosu (např. požadavek na fyzikálně mecha-

nický stav orniční vrstvy, nároky na stanovištní modifikace, na způsob základního zpracování půdy a její úpravy před setím a sázením ap.).

Do této části patří kvalitativní i kvantitativní údaje o vlastnostech setového, popř. sadbového materiálu, požadavky na způsob sklizně s fyzikálně mechanickými a biologickými údaji o finálním produktu, požadavky na posklizňové ošetření ap.

Do souboru agronomických údajů patří i údaje o zdůvodněných agrotechnických lhůtách pro jednotlivé pracovní operace, s nimiž se v příslušném výrobním postupu počítá.

V podstatě se tedy jedná o čtyři skupiny údajů:

- základní charakteristika pozemku,
- rozmístění plodin, potřeba hnojení a chemických zásahů,
- sled operací, agrotechnické lhůty a rozsah prací,
- kvalitativní požadavky a znaky pracovních operací.

Tabelární uspořádání těchto dat je uvedeno v tab. I až IV. Předpokládá se, že formální i obsahová stránka budou podřízeny záměrům a zásadám, na nichž je budován systém operativního řízení, a že budou navázány na zaváděný automatizovaný systém řízení zemědělského podniku.

K jednotlivým tabulkám je možné uvést:

Tab. I zachycuje údaje o velikosti a použitém označení jednotlivých pozemků zemědělského podniku, doplněné údaji charakterizujícími fyzikálně-mechanické i kvalitativní vlastnosti těchto pozemků a podmínky, jež mohou mít přímý vliv nejen na rozsah možného použití jednotlivých mechanizačních prostředků (např. sklon pozemků, zamokření ap.), ale také na některá jiná — především organizační — opatření (např. návaznost pozemků na veřejnou cestní síť ap.).

Tab. II uvádí základní údaje vycházející z osevních postupů rozpracovaných pro jednotlivé pozemky a údaje o požadovaném rozsahu hnojení a ochrany plodin, a to vždy v kvalitativním i kvantitativním vyjádření.

Tab. III zachycuje sled operací s příslušnou agrotechnickou lhůtou, stanovenou znakem růstové fáze, začátkem prací a předpokládanou dobou trvání. Dále je zde třeba uvést údaj o plánovaném počtu hodin práce za den, popř. za směnu, i rozsah plánované práce.

Tab. IV: u každé z uvedených prací je třeba uvést i její výsledný znak, jenž by dovoľoval posoudit celkovou kvalitu provedené práce a vytvořit tak současně i reálný podklad pro její hodnocení.

MECHANIZAČNÍ ČÁST

V tabelárním uspořádání (tab. V) seznamuje mechanizační část s nejvýhodnějšími způsoby zajištění pracovních postupů zemědělskou strojovou technikou; v určitých případech se připouští i ruční práce, např. při dojednocení cukrovky ap. Předpokládá se, že při zpracování této části budou použity technické a exploatační údaje ze Soustavy strojů pro komplexní mechanizace čs. zemědělství, event. ze vzorových pracovních postupů, jež byly ve VÚZT vypracovány jako podklad pro sta-

I. Základní charakteristika pozemků — Basic plot characteristics

Pořadové číslo	Evidenční označení ev. číslo pozemku	Charakteristika pozemku															poznámka				
		Velikost (ha)	kultura	druh půdy	bonita	průměrná hloubka ornice (cm)	sklon do				kamenitost		zamokření			napojení na komunikační síť					
							6°	10°	14°	nad 14°	druh kamene	výskyt kamene	stálé (ha)	periodické (doba - ha)	meliorace (druh, rozloha)						
																		(ha)			
																		8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
1	1	600	OP			35		600									OP =				
2	2	400	OP			35	400										ozimá				
3	11	200	OP			30	100	100			opuka	ne					pšenice				

Poznámky:

sl. 12–13: kamenitost: druh kamene — vyvřeliny (drobivé)

— ostatní (drobivé)

výskyt kamene — brání nebo nebrání použití strojové techniky, ev. se uvede omezení vzhledem k možnosti využití některých prvků strojové techniky (sklizení řezačka ap.)

sl. 14–16: zamokření: u periodického se uvede rozsah a čas trvání (přichází v úvahu zejména u inundací)

sl. 17: napojení na komunikační síť: uvede se, zda vyhovuje pro přesun mechanizačních prostředků v pracovní poloze, či zda je nutné stroje přestavovat do transportní polohy; je -li na veřejné komunikaci provoz zemědělských mechanismů omezen či vyloučen — určit náhradní trasu

II. Rozmístění plodin, potřeba hnojení a chemických zásahů — Distribution of crops, need of fertilizing and chemical treatment

Pořadové číslo	Plodina (odrůda)	Výměra ha	Pozemek – označení	Předplodina	Aplikace hnojiv								Aplikace chemických prostředků				Pozn.
					průmyslových				statkových								
					druh	t. ha ⁻¹	druh	t. ha ⁻¹	druh	t. ha ⁻¹	druh	m ³ . ha ⁻¹	druh	kg. ha ⁻¹	druh	kg. ha ⁻¹	
	Pšenice ozimá	600	1	řepka	NPK				mrva ¹⁾							1) k před- plodině	
1	(Mironovská)	400	2	řepka													
		200	11	vojtěška													
...																	

III. Sled operací, agrotechnické lhůty a rozsah prací — Sequence of operations, agrotechnical terms and extent of operations

Číslo operace	Název operace	Agrotechnická lhůta						Růstová fáze	Doba práce (h.den ⁻¹)	Rozsah práce (ha ev. t)		
		začátek (datum)			trvání (dní)							
		pozemek			pozemek					pozemek		
		č. 1	č. 2	č. 11	č. 1	č. 2	č. 11			č. 1	č. 2	č. 11
	Podmítka talířovými pluhy									600	—	—
	Podmítka radličnými pluhy									—	400	—
	Orba seťová									600	400	—
	Válení (2 × opakovat)									—	800	—
	Smykování + vláčení (2 × opakovat)									1200	400	—
	Kypření kombinátorem									600	400	—
	Setí tradiční									600	400	—
	Setí bezorebné									—	—	200
	Vláčení po zasetí									600	400	—
	Válení porostu									—	—	200
	Chemická ochrana									600	400	200
	Přihnojení									600	—	200
	Přihnojení									—	400	—
	Sklizeň zrna sklízecí mlátičkou									600	400	200
	Posklizňové ošetření zrna sušením							nad 14 % vlhkosti zrna				
	Odvoz zrna											
	Úklid slámy lisem a uložení									600	400	200

Poznámka: ¹⁾ Růstová fáze ev. morfologický znak charakterizující začátek práce (operace, ATL)

IV. Kvalitativní požadavky a znaky pracovních operací — Quality requirements and characters of operations

Číslo operace	Název operace	Požadavek kvality		Výsledný znak 1)
		základní	další	
	Podmítka — talířové pluhy	hl = 10 cm $\pm$ 1 cm		
	Podmítka — radličné pluhy	hl = 12 cm $\pm$ 1 cm		
	Orba setová	hl = 25 cm $\pm$ 2 cm	zpoždění o 1 den znamená ztrátu výnosu t. ha ⁻¹	
	Válení			
	Smykání a vláčení			
	Kypření kombinátorem Setí tradiční	hl = 4 cm; rozteč = 125 mm	výsevek = 0,21 t. ha ⁻¹ zpoždění o 1 den znamená ztrátu výnosu t. ha ⁻¹	600 jedinců na 1 m ²
	Setí bezorebné	hl = 3 cm; rozteč = 150 mm	výsevek = 0,22 t. ha ⁻¹	450 jedinců na 1 m ²
	Vláčení po zasetí			
	Vláčení porostu			
	Válení porostu			
	Chemická ochrana			40 kg čistého N na ha
	Přihnojení			
	Přihnojení			
	Sklizeň zrna sklízecí mlátičkou	vlhkost zrna 20—22 %	zpoždění o 1 den znamená ztrátu výnosu t. ha ⁻¹	
	Posklizňové ošetření zrna			
	Odvoz zrna			
	Úklid slámy lisem a uložení			

Poznámka: 1) Může být vztažen k různým ukazatelům (spotřeba PH, potřeba pracovních sil ap.)

V. Mechanizační část — Mechanization part

Název a číslo pracovního postupu			Název: setí ozimé pšenice		Číslo:	
Operace		Název	doprava zrna	setí	setí do nezpracované půdy	doprava
		Číslo				
Výměra			1000 ha		200 ha	
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	název, typ, výkon	vl. motor 65 kW	kolový traktor Z-12045 — 88 kW	kolový traktor Z-8011 — 60 kW	
		třídíkové číslo	—	0850	0080	0080
		počet (ks)	1	2	2	1
	Pracovní stroj, ev. zařízení	název, ev. značka	PRAGA V3S (S5T) + adaptér na plnění	96 SEXJ-125	20-SEXBj-150 stroj pro setí do nezpracované půdy	přívěs sklápěcí P-73-S
		třídíkové číslo	1950	3189	3200	7717
		počet (ks)	1	2	2	1
Počet Obsluhujících pracovníků	řidič	1	2	2	1	
	obsluha	—	2	2	—	
	ostatní	—	—	—	—	
Výkonnost W_{02} ha . h ⁻¹ za čas T_{02}			← 7,50 — 8,50 →		← 1,80 — 2,20 →	
Pracovní záběr		m	—	12,0 (24,0)	3,0 (6,0)	—
Průměrná rychlost	přepravní	km . h ⁻¹	35			12
	pracovní		—	6 — 10	8	—
Svahová dostupnost soupravy		stupňů	12	8	12	12
Koeficient rozšířené pracovní						
Spotřeba PH	normativ	1 . ha ⁻¹				
	normativ	1 . ha ⁻¹				

VI. Ekonomická část (kalkulace) — Economic part (calculations)

Číslo operace	Název operace	Potřeba času práce		Materiálové náklady							Pracovní náklady	Strojová práce		Jednotková cena produktu		Výnos produktu	
		lidí	MEP ¹⁾	osivo	hnojiva	herbicidey	motouz	ev. PH ²⁾	celkem	MEP		ostatní	hlavního	vedlejšího	hlavního	vedlejšího	
h . ha ⁻¹		Kčs . ha ⁻¹										Kčs . t ⁻¹		t . ha ⁻¹			
	Podmítka — talířové pluhy																
	Podmítka — radličné pluhy																
	Orba seťová																

¹⁾ MEP = mobilní energetické prostředky; ²⁾ PH = pohonné hmoty

VII. Doplnující údaje — Supplementary information

Číslo operace	Název operace	Koeficient						Bezpečnostní podmínky pro práci
		meteorologických vlivů	provázání pohotovosti stroje	včasnosti				
	Podmítka — talířové pluh							
	Podmítka — radličné pluh							
	Orba setová							

novení zdůvodněné potřeby zemědělské strojové techniky pro 7. pětiletku.

V tabelárním uspořádání musí být základní popis použité strojové techniky doplněn vybranými exploatačními charakteristikami a údajem, na jaké výměře bude příslušná strojová technika použita.

EKONOMICKÁ ČÁST

Z tabelárního uspořádání (tab. VI) plyne, že tato část musí pro potřebu ekonomického hodnocení poskytovat údaje o jednotkové potřebě času práce lidské a strojové, a to podle jednotlivých operací. Dále musí umožnit kalkulaci jednotkových materiálových a pracovních nákladů.

Nedílnou součástí ekonomické části musí být údaj o jednotkovém výnosu hlavního a vedlejšího produktu příslušné plodiny.

DOPLŇUJÍCÍ ÚDAJE

Tab. VII uvádí doplňující údaje, ve kterých by měly být podchyceny další důležité údaje, jež se váží k organizaci využívání zemědělské strojové techniky a k řízení jejího provozu. Většina z nich bude vycházet ze specifických podmínek zemědělského podniku. Jako příklady se uvádějí koeficienty meteorologických vlivů, koeficienty včasnosti, ale i podmínky pro bezpečnou práci se stroji.

Předpokládá se, že po zpracování závazných výrobních postupů v zemědělském podniku se bude v rámci informační soustavy sledovat jejich plnění z běžné evidence.

Z tohoto pohledu bude nezbytné vytvářet zpětné soubory údajů uspořádané podle plodin, pozemků, operací, popř. dalších třídících hledisek a využívat jich k přímé konfrontaci se záměry a po delším časovém odstupu k tvorbě podnikových normativů.

Literatura

ŠPELINA, M. — HRIANKA, D.: Využívání a řízení strojové techniky v oborovém podniku během roku. [Sdružená výzkumná zpráva Z-1301.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1976.

ŠPELINA, M.: Racionální formy využívání a řízení zemědělské strojové techniky. [Závěrečná výzkumná zpráva Z-1630.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1980.

Došlo dne 26. 9. 1980

ГРИАНКА, Д. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Образование обязательных производственных процессов в растениеводстве сельскохозяйственных предприятий. Земед. Techn., 27, 1981 (5) : 309-320.

Для объективизации процесса управления, связанного с реализацией идей технической политики сельскохозяйственного предприятия, должны быть подготовлены отправные данные. Одним из синтетических данных для управления использованием сельскохозяйственной техники является обязательный производственный процесс. Он предполагает ежегодное уточнение разрабатываемых обязательных производственных процессов на сельскохозяйственных пред-

приятиях, или их дополнение в соответствии с меняющимися производственными и организационными условиями так, чтобы постепенно они приобретали характер нормативных показателей. Нормативные показатели, накапливаемые в банке данных предприятия, были бы полностью использованы в информационных и автоматизированных системах управления, которые в ближайшем будущем будут внедрены в сельское хозяйство.

объективизация процесса управления; обязательные производственные процессы; производственные условия; организационные условия; нормативные показатели

HRIANKA, D. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Obligatory Production Processes in Crop Production of Agricultural Enterprises*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 309-320.

In order to objectify the process of the control and management connected with the materialization of purposes of the technical policy of an agricultural enterprise the initial data have to be prepared. One of the synthesizing data for the control and management of the operational use of agricultural machinery are obligatory production processes. It is supposed that the elaborated obligatory production processes will be specified in the agricultural enterprise every year and/or supplemented in accordance with the changing conditions of production and organization to acquire successively the character of normative indicators. Normative indicators cumulated into the data base of the enterprise would afterwards be fully utilized in automated information and management systems which will be used in agriculture in the nearest future.

objectification of process of control and management; obligatory production processes; conditions of production; conditions of organization; normative indicators

HRIANKA, D. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy): *Gestaltung verbindlicher Produktionsverfahren in der Pflanzenproduktion landwirtschaftlicher Betriebe*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (5) : 309-320.

Zur Objektivierung des mit der Realisierung der Vorhaben der technischen Politik des landwirtschaftlichen Betriebes verbundenen Leitungsprozesses müssen Ausgangsunterlagen vorbereitet sein. Eine der synthetisierenden Unterlagen für die Leitung der Arbeitsnutzung von Landmaschinentechnik sind verbindliche Produktionsverfahren. Es wird vorausgesetzt, daß die erarbeiteten verbindlichen Produktionsverfahren im landwirtschaftlichen Betrieb jedes Jahr präzisiert, bzw. entsprechend den sich verändernden Produktions- und Organisationsbedingungen ergänzt werden damit sie schrittweise einen Charakter von Normativkennziffern gewinnen. Die in die Datengrundlage des Betriebes kumulierten Normativkennziffern würden dann im vollen Maße in automatisierten Informations- und Leitungssystemen ausgenutzt, mit denen man in nächster Zukunft in der Landwirtschaft rechnet.

Objektivierung des Leitungsprozesses; verbindliche Produktionsverfahren; Produktionsbedingungen; Organisationsbedingungen; Normativkennziffern

Adresa autora:

Ing. Dušan Hrianka, CSc., Československá akademie zemědělská, 110 00 Praha 1 - Těšnov

Souček J.: Rozměrové hodnocení bulvy cukrovky	257
Hnilica P.: Kinetika úderového mletí a granulometrické složení semletého materiálu	269
Budíček L., Kavan V.: Mechanické vlastnosti krmiv pro konstrukci a provoz krmivářské techniky	279
Knoll J.: Využití maticového počtu v analýze hydrostatických převodových mechanismů	299
Hrianka D.: Tvorba závazných výrobních postupů v rostlinné výrobě zemědělských podniků	309

СОДЕРЖАНИЕ

Соучек Я.: Определение размеров корня сахарной свеклы	267
Гнилица П.: Кинетика ударного измельчения и гранулометрического состава измельченного материала	277
Будичек Л., Каван В.: Механические свойства кормов для конструирования и эксплуатации кормопроизводственной техники	296
Кнолл Й.: Применение матрицевых вычислений в анализе гидростатических механизмов передач	307
Грианка Д.: Образование обязательных производственных процессов в растениеводстве сельскохозяйственных предприятий	319

CONTENTS

Souček J.: Size Evaluation of Sugar-Beet Roots	268
Hnilica P.: Kinetics of Impact Milling and Granulometric Composition of Milled Material	277
Budíček L., Kavan V.: Mechanical Properties of Fodders for the Construction and Operation of Fodder Industry Machinery	296
Knoll J.: Use of Matrix Calculus in the Analysis of Hydrostatic Gear Mechanisms	307
Hrianka D.: Obligatory Production Processes in Crop Production of Agricultural Enterprises	320

INHALT

Souček J.: Ausmaßbewertung der Zuckerrübenknolle	268
Hnilica P.: Kinetik des Schlagmahls und granulometrische Mahlgut-zusammensetzung	278
Budíček L., Kavan V.: Mechanische Eigenschaften des Futter für die Konstruktion und den Betrieb von Futterwirtschaftstechnik	297
Knoll J.: Ausnutzung der Matrixrechnung in der Analyse hydrostatischer Getriebemechanismen	307
Hrianka D.: Gestaltung verbindlicher Produktionsverfahren in der Pflanzenproduktion landwirtschaftlicher Betriebe	320

Rukopisy odevzdány k tisku 12. 2. 1981 — Podepsáno k tisku 17. 6. 1981

Omlouváme se čtenářům za opožděné vydání tohoto čísla, způsobené přestavbou tiskárny.

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