

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

5

ROČNÍK 34 (LXI)

PRAHA

KVĚTEN 1988

CENA 10 Kčs

CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

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

Redaktorka ing. Jovanka Václavičková

OBSAH

Šmíd J., Hamr K., Ederer K.: Oblast snížení tlaku pod kuželovými hromadami sypkého materiálu	257
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: Rozbor doletu částic hnojiva	263
Sedlák P., Seknička M., Loprais A., Kočiš P.: Kinematická analýza funkčních částí zemědělských strojů řízených vačkovým mechanismem	271
Mójta K.: Stanovení součinitele smykového tření kukuřičné drtě na oceli, gumě a dřevu	279
Trunečka K.: Výsledky laboratorního hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin	293
Aktuality	
Hritzová E., Varga E., Klimecký A.: Mechanizácia zberu tabaku	309
Kindler E., Vydra M.: Dvacet let jazyka SIMULA — dvacet let objektově orientovaného programování	319
Životní jubilea	
Životní jubileum ing. Miloslava Adama, CSc., vedoucího odboru potravinářského inženýrství VÚPP Praha	317
Z vědeckého života	
Společné ceny ČSAZ a ÚV SSM mladým vědcům	318

СОДЕРЖАНИЕ

Шмид Й., Гамр К., Эдерер К.: Область понижения давления под конусными штабелями сыпучих материалов	261
Кастелович Е., Слобода А., Веселовска Е.: Анализ долета частиц удобрения	269
Седлак П., Секничка М., Лопраис А., Кочиш П.: Кинематический анализ функциональных частей сельскохозяйственных машин управляемых кулачковым механизмом	277
Мойта К.: Определение коэффициента смывового трения кукурузной мели на стали, резине и дереве	291
Трунечка К.: Результаты лабораторного оценивания распылительного сопла опрыскивателей предназначенных для защиты растений	306

OBLAST SNÍŽENÍ TLAKU POD KUŽELOVÝMI HROMADAMI SYPKÉHO MATERIÁLU

J. Šmíd, K. Hamr, K. Ederer

ŠMÍD, J. — HAMR, K. — EDERER, K. (Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, Praha; Výzkumný ústav anorganické chemie, Chemopetrol, Ústí nad Labem): *Oblast snížení tlaku pod kuželovými hromadami sypkého materiálu*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 257-262.

Profil vertikálních tlaků v základně kuželové hromady sypkého materiálu vykazuje pokles tlaku v centrální oblasti hromady. Je analyzována napjatost v hromadě a je zaveden předpoklad o směru čar většího hlavního napětí. Na základě tohoto předpokladu je možno určit oblast snížení tlaku. Výsledky výpočtu jsou srovnány s experimentálními daty.

sypké a granulované materiály; skladování; tlak v základně kuželové hromady

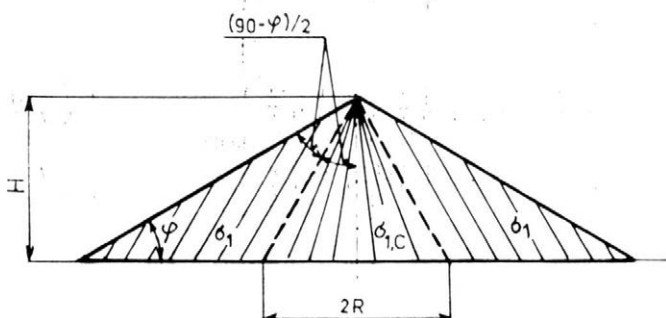
Skladování sypkých zemědělských materiálů, zejména granulovaných hnojiv, v oddělených podlahových boxech hangárových skladů ACHP je výhodné z hlediska celospolečenské efektivity. K přednostem tohoto způsobu skladování proti pytlovaným hnojivům patří úspora obalového materiálu včetně ekologického problému likvidace polyetylenu, nižší cena hnojiv volně ložených než pytlovaných, nižší provozní náklady na hnojení a přibližně poloviční pracnost při hnojení, spojená s velkou úsporou namáhavé ruční práce. Významné jsou i úspory ruční práce při vykládce vagonů a manipulaci s hnojivy.

K nejdůležitějším faktorům nepříznivě ovlivňujícím skladování volně ložených granulovaných hnojiv v hromadách patří tlak vrstvy hnojiva a jeho teplota, které jsou hlavní příčinou aglomerace částic. Tlakové poměry v hromadě zřejmě ovlivňuje výška hromady a maximální tlaky lze očekávat v její základně. O rozložení tlaků v hromadě, resp. v její základně, je dosud málo známo.

Měření tlaků (Šmíd, 1983) v základně modelové hromady sypkého materiálu ukazují pokles vertikálního tlaku uprostřed hromady. Znalost oblasti snížení vertikálních tlaků má prvořadý význam pro správný návrh zařízení k vyskladňování materiálu, umístěných pod hromadou. Poznatky o změně tlaku v hromadě jsou rovněž důležité pro návrh přístrojů k odběru vzorků materiálu.

V tomto článku je analyzován stav napjatosti sypkého materiálu pod nakloněným povrchem kužele hromady. Předpokládá se, že sypký materiál je v mezním napjatostním stavu plastické rovnováhy. Pro centrální část hromady je zaveden předpoklad o směru větších hlavních napětí. Za těchto podmínek je vypočten poloměr oblasti, ve které se snižuje vertikální tlak.

3. Dva systémy čar větších hlavních napětí v kuželové hromadě sypkého materiálu — Two systems of the lines of the major principal stress in a conical heap of bulk material



Zenkov (1964) předpokládal v centrální oblasti nekonečně dlouhého trojbokého hranolu nesoudržného sypkého materiálu přímkové paprskovité rozložení směrů napětí σ_1 . Jeho předpoklad však nebyl experimentálně ověřen. Marais (1969) analyzoval rovinný stav napjatosti těchto klínovitých násypů za předpokladu, že počátek rovinného paprskovité se rozbíhajícího systému σ_1 -čar leží nad vrcholem klínu sypkého materiálu. Tento předpoklad byl aplikován na celý příčný průřez klínovitého násypu. Ani tento předpoklad však nebyl experimentálně ověřen.

Zdá se, že pro centrální oblast hromady lze zavést jednoduchý a racionální předpoklad, ve kterém se σ_{1C} -čáry vějířovitě rozšiřují od vrcholu hromady, a utvářejí tak kuželový svazek paprsků s maximálním úhlem rozevření $(90 - \varphi)/2$. Tímto způsobem je možné popsat rozložení napjatosti v hromadě pomocí dvou různých systémů čar napětí σ_1 : v centrální oblasti systémem svazku paprsků σ_{1C} -čar kuželovitě se rozšiřujícího z vrcholu hromady a v obvodových oblastech systémem rovnoběžných σ_1 -čar skloněných v úhlu $(90 - \varphi)/2$ k vertikále. Hranice mezi těmito systémy leží na hypotetickém kuželovém povrchu, jehož vrchol je shodný s vrcholem kuželové hromady. Sklon tohoto kuželového povrchu k vertikále je určen úhlem $(90 - \varphi)/2$.

Poloměr R základny kužele paprsků σ_{1C} -čar je dán z obr. 3

$$R = H \operatorname{tg} \left(\frac{90 - \varphi}{2} \right) \quad [1]$$

nebo po geometrických úpravách

$$R = H \frac{1 + \cos \varphi - \sin \varphi}{1 + \cos \varphi + \sin \varphi} \quad [2]$$

kde: H — výška hromady

φ — úhel vnitřního tření sypkého materiálu

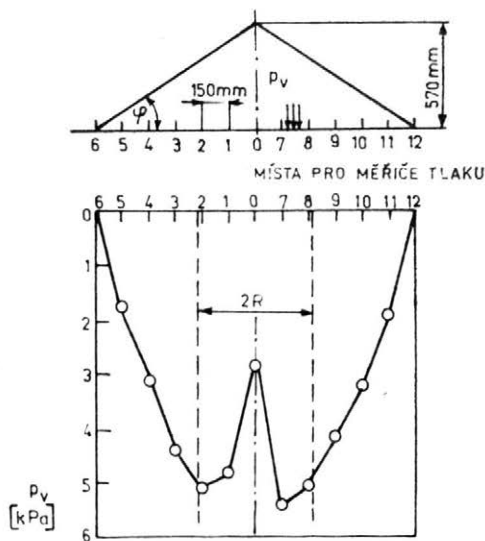
Předpokládá se, že úhel φ je také sypný úhel povrchu hromady k horizontále.

VÝSLEDKY A DISKUSE

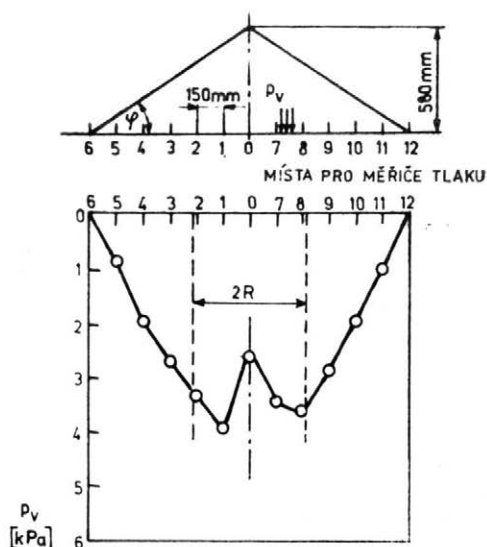
V experimentech (Šmíd, 1983) bylo měřeno rozložení vertikálních tlaků p_v v základnách modelových hromad písku a granulovaného průmyslového hnojiva NPK-1. V obou případech vykázal vertikální tlak p_v neočekávaný pokles v centrální části hromady. Nespojitost profilu tlaku vedla k formulaci hypotézy o existenci dvou různých polí napjatosti v hromadě. Hranice mezi těmito poli napjatosti byla určena výpočtem poloměru R podle rovnice [1].

K výpočtu R hromady písku (obr. 4) bylo užito úhlu $\varphi = 32,6^\circ$, který byl stanoven jako výsledek měření sypného úhlu právě nasypané hromady. Stejný postup byl užit v případě hromady granulovaného průmyslového hnojiva NPK-1 (obr. 5), kde sypný úhel $\varphi = 33,7^\circ$.

Centrální kruhová oblast v základně kuželové hromady, ve které lze očekávat snížení vertikálního tlaku, je na obr. 4 a obr. 5 označena



4. Profil tlaku písku v základně hromady — The profile of the pressure of sand within the base of the heap



5. Profil tlaku granulovaného hnojiva NPK-1 v základně hromady — The profile of the pressure of the NPK-1 fertilizer granules within the base of a heap

čárkovaně. Pro hromadu písku byl podle rovnice [1] vypočten poloměr $R = 312$ mm; pro hromadu průmyslového hnojiva NPK-1 je $R = 310$ mm.

Výsledky výpočtů jsou v dobré shodě s experimentálními výsledky. Oblast snížení vertikálního tlaku v základně hromady závisí na úhlu vnitřního tření sypkého materiálu a na výšce hromady. Srovnání výsledků výpočtů s experimentálními výsledky na obr. 4 a 5 ukazuje, že oblast snížení tlaku v základně kuželové hromady pod jejím vrcholem je pro typické syké materiály přibližně 10 % celkové plochy základny.

Tato jednoduchá metoda dovoluje výpočet poloměru oblasti snížení tlaku v hromadě. Metoda vychází z předpokladu, že syký materiál je ve stavu mezní rovnováhy. Je to předpoklad všeobecně používaný ve výpočtech napjatosti vrstvy sykého materiálu. Jeho platnost by bylo možno ověřit prakticky např. měřením dvou navzájem kolmých složek vnitřních tlaků v hromadě materiálu. Tato metoda rovněž nepředpokládá vliv tření v základně hromady, resp. je bráno v úvahu tření vnitřní. Toto zjednodušení v praktických výpočtech tlaků v hromadách je blízké skutečnosti.

Ověření správnosti výpočtu poloměru oblasti snížení tlaku se nabízí při měření tlaků v hromadách různých výšek. Jiný experimentální důkaz platnosti výpočtu může poskytnout měření tlaku v hromadách materiálů o různém úhlu vnitřního tření. Tato měření budou provedena v plánované další etapě experimentálních prací.

ZÁVĚR

Poznatku o existenci snížení tlaku v centrální oblasti základny kuželové hromady sykého materiálu může být využito při návrhu a dimenzování zařízení pro vyskladňování materiálu. Praktickým výsledkem

této práce je však také experimentální důkaz, že profil tlaku v základně hromady granulovaného průmyslového hnojiva nedosahuje svého maxima pod vrcholem hromady, jak se obvykle podle jednoduchých výpočtových vztahů předpokládá. Mají-li být tedy pro zamezení aglomerace tlakové poměry v hromadách dále studovány, je třeba k oblasti snížení tlaků uvnitř hromady přihlídnout. Pro ověření výsledků měření distribuce tlaku v základně modelové hromady lze doporučit realizaci provozního měření v hromadě hnojiva do výšky šesti metrů.

Použité symboly

- g — gravitační zrychlení
- h — kolmá vzdálenost čáry skluzu od skloněného povrchu hromady
- H — výška hromady
- p_v — vertikální tlak
- R — radius oblasti poklesu tlaku
- ρ — sypaná hmotnost
- σ — normálová napjatost
- σ_1 — větší hlavní napětí
- σ_{1C} — větší hlavní napětí v centrální oblasti
- τ — smyková napjatost
- φ — úhel vnitřního tření

Literatura

- MARAI, G. R. van: Stresses in wedges of cohesionless materials formed by free discharge at the apex. J. Engng Ind., Trans. ASME, Ser. B, 1969, č. 2, s. 345-352.
- ŠMÍD, J.: Druckverteilung unter einem Schüttguthaufen. Grundl. Landtechn., 1983, č. 3, s. 72-75.
- ZENKOV, R. L.: Mechanika nasypanych грузов. 2. vyd. Moskva, Mašinostroenie 1964.

Došlo dne 14. 10. 1987

ШМИД, Й. — ГАМР, К. — ЭДЕРЕР, К. (Институт теоретических основ химических процессов, Чехословацкая академия наук, Прага; Научно-исследовательский институт неорганической химии, Хемопетрол, Усти над Лабе): **Область понижения давления под конусными штабелями сыпучих материалов.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 257-262.

Профиль вертикальных давлений в опорной плоскости конусного штабеля сыпучего материала показывает в центральной области штабеля понижение давления. Анализируется напряженное состояние в штабеле и вводится предположение о направлении траекторий наибольшего главного напряжения. На основе этого предположения можно определить область понижения давления. Результаты расчета сравниваются с экспериментальными данными.

сыпучие и гранулируемые материалы; хранение; давление при основе конусного штабеля

ŠMÍD, J. — HAMR, K. — EDERER, K. (Institute of Chemical Process Fundamentals, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha; Research Institute of Inorganic Chemistry, Chemopetrol, Ústí nad Labem): **Reduced Pressure Areas under Conical Heaps of Bulk Material.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 257-262.

The profile of vertical pressures was studied within the base of a conical heap of bulk material and a pressure decrease was recorded in the central part of the

heap. The state of stress in the heap is analyzed and an assumption is advanced concerning the direction of the lines of the major principal stress. The area of reduced pressure can be identified on the basis of this assumption. The results of the calculation are compared with experimental data.

loose and granular materials; storage; pressure in the base of conical heap

ŠMÍD, J. — HAMR, K. — EDERER, K. (Institut für theoretische Grundlagen der chemischen Technik, Praha; Forschungsinstitut für anorganische Chemie, Chemopetrol, Ústí nad Labem): *Bestimmung der Zone einer Drucksenkung unter einem kegelförmigen Schüttguthaufen*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 257-262.

Das Profil der vertikalen Drücke in der Grundfläche eines kegelförmigen Schüttguthaufens weist in der zentralen Zone des Haufens ein Absinken des Druckes auf. Analysiert wird das Spannungsfeld in der Schüttung und es wird eine Hypothese betreffend die Richtung der Trajektorien der größeren Hauptspannung aufgestellt. Auf Grund dieser Hypothese ist es möglich, die Zone der Drucksenkung zu bestimmen. Die Ergebnisse entsprechender Berechnungen wurden mit Experimentaldaten verglichen.

Schüttgüter und granulierte Materialien; Lagerung; Druck in der Grundfläche eines kegelförmigen Schüttguthaufens

Adresy autorů:

Ing. Jiří Šmíd, CSc., ing. K. Hamr, Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, 165 02 Praha 6 - Suchbátarův
Ing. K. Ederer, Výzkumný ústav anorganické chemie, Chemopetrol, 400 60 Ústí nad Labem

E. Kastelovič, A. Sloboda, E. Veselovská

KASTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Vysoká škola technická, Košice): *Rozbor doletu častíc hnojiva*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5): 263-270.

V práci je popísaný navrhnutý výpočet doletovej dráhy častice hnojiva so zohľadnením zotrvačných účinkov a odporu vzduchu. Navrhnutý spôsob riešenia sme realizovali na osobnom počítači PP 01. Úloha bola riešená v rámci spolupráce Vysokej školy technickej, Košice, s Výskumným a vývojovým ústavom, Závody ťažkého strojárstva, Zvolen, pri návrhu rozhadzovacieho ústrojenstva organických hnojív pre horskú hnacu jednotku MT 6-063. Výsledky výpočtu poukazujú na skutočnosť, že doletová dráha častice určená uvedeným spôsobom je väčšia ako dráha určená klasickým spôsobom. Výsledky budú overené po výrobe prototypu vo VVÚ ZTS Zvolen.

dráha častice; aerodynamický odpor; dynamický model; výpočtový program

Rozhadzovače pevných organických hnojív umožňujú aplikáciu maštalného hnoja, kompostu, prípadne vápenca v dávkach 5 až 60 t. ha⁻¹. Aplikované hnojivo sa musí dokonale rozrušiť a rovnomerne rozhodiť po celej ploche tak, aby bola splnená podmienka vyhovujúcej priečnej nerovnomernosti ± 40 %, a to pri ľubovoľnej dávke (Friedman a i., 1973).

Rozhadzovacie ústrojenstvo musí zabezpečiť, aby sa častice z vysokej, často veľmi uľahnutej a strasenej vrstvy hnojiva na prívесе alebo návесе plynule oddelili a rozhodili v páse štyri až osem metrov širokom (podľa úvodných technických podmienok MT 6-063).

Pracovný proces rozhadzovacieho ústrojenstva zahŕňa dve fázy:

a) fázu podávania materiálu a frézovania rozhadzovacou jednotkou,
b) druhú fázu predstavuje tá časť pracovného procesu, keď častica hnojiva obdrží potrebnú rýchlosť a letí po dráhe šikmého alebo vodorovného vrhu na povrch pôdy.

Pracovný záber rozhadzovacieho ústrojenstva závisí od veľkosti, tvaru a počiatocnej rýchlosti častíc. Pri zanedbaní odporu vzduchu, ktorému sú častice vystavené pri lete, pri zanedbaní prípadného vetra, vzájomných rázov častíc o seba a ich zotrvačnosti je teoretická dĺžka letu častice (L_{xt}) daná vzťahom (šikmý vrh):

$$L_{xt} = \frac{v_o^2 \cdot \cos^2 \vartheta_o}{g} \left[\operatorname{tg} \vartheta_o \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \vartheta_o + \frac{2g \cdot H_{\max}}{v_o^2 \cdot \cos^2 \vartheta_o}} \right] \quad [1]$$

kde: v_o — počiatocná rýchlosť častice [m . s⁻¹]

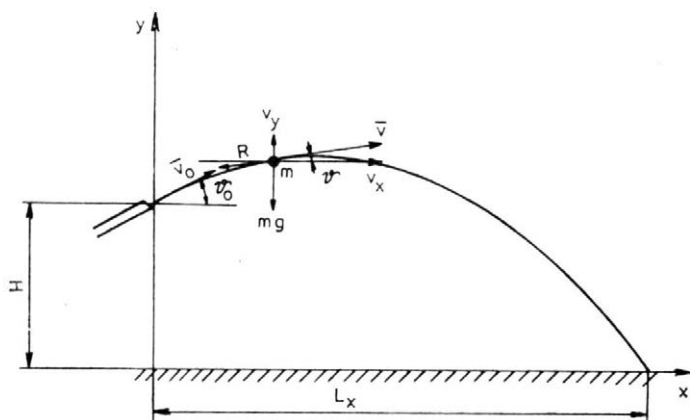
ϑ_o — sklon stola [°]

$H_{\max}$ — maximálna výška, z ktorej sa častica vrhá [m]

Skutočná doletová dráha je podľa literárnych údajov o 25 až 35 % nižšia. Určením dĺžky letu častíc niektorých druhov hnojív s uvažovaním odporu vzduchu sa zaoberá naša práca.

METODIKA

Pri výpočte dĺžky letu častice sme vychádzali z predpokladov, ktoré uviedol G o n d a (1969) (obr. 1):



1. Dráha šikmého vrhu
— Particle path projected at an angle

- v_0 — počiatočná rýchlosť častice [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- H — výška, z ktorej je častica vrhnutá [m]
- ϑ_0 — počiatočný uhol odklonu od osi x [°]
- v — rýchlosť vo všeobecnom okamihu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- ϑ — uhol odklonu od osi x vo všeobecnom okamihu [°]
- R — odpor vzduchu proti pohybu častice [N]
- L_x — dráha doletu častice [m]

Pri riešení dráhy častice vychádzame z dvoch pohybových rovníc v smere zvislom a vodorovnom:

$$m \cdot \ddot{x} = -m \cdot k_1 \cdot v_x = -m \cdot k_1 \cdot v \cdot \cos \vartheta$$

$$m \cdot \ddot{y} = -m \cdot g - m \cdot k_2 \cdot v_y = -m \cdot g - m \cdot k_2 \cdot v \cdot \sin \vartheta \quad [2]$$

keďže:

$$\frac{dx}{dt} = v_x = v \cdot \cos \vartheta; \quad \frac{dy}{dt} = v_y = v \cdot \sin \vartheta \quad [3]$$

Úpravou dostaneme:

$$\ddot{x} + k_1 \cdot \dot{x} = 0$$

$$\ddot{y} + k_2 \cdot \dot{y} + g = 0 \quad [4]$$

Predpokladáme, že odpor proti pohybu častice je priamoúmerný jej rýchlosti [G o n d a, 1969]:

$$R = m \cdot k \cdot v \quad [\text{N}] \quad [5]$$

Ako uvádza H o r e j š í (1957), je možné odpor prostredia proti pohybu častice vyjadriť pomocou vzťahu:

$$R = c_x \cdot \frac{\rho_v}{2} \cdot v^2 \cdot S \quad [\text{N}] \quad [6]$$

Porovnaním rovníc [5] a [6] dostávame:

$$k = c_x \cdot \frac{\rho_v}{2m} \cdot v \cdot S \quad [7]$$

Vzhľadom na definovanie dynamického modelu (rov. [2], [3]) je vhodné vzťah [7] upraviť na dve zložky: $k_1 = f(v_x)$ a $k_2 = f(v_y)$.

Potom:

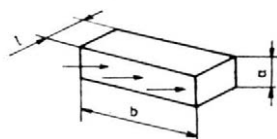
$$k_1 = c_x \cdot \frac{\rho_v}{2m} \cdot S \cdot v_x \quad [8]$$

$$k_2 = c_x \cdot \frac{\rho_v}{2m} \cdot S \cdot v_y \quad [9]$$

kde: ρ_v — merná hmotnosť vzduchu [kg · m⁻³]
 c_x — súčiniteľ odporu [—]
 v — rýchlosť častice [m · s⁻¹]
 m — hmotnosť častice hnojiva [kg]
 S — prierez častice kolmý na smer pohybu [m²]

Pri výpočte sme predpokladali:

— častica hnojiva má hranolovitý tvar (obr. 2)



2. Tvar častice hnojiva — Shape of fertilizer particle

— pre pomer strán:

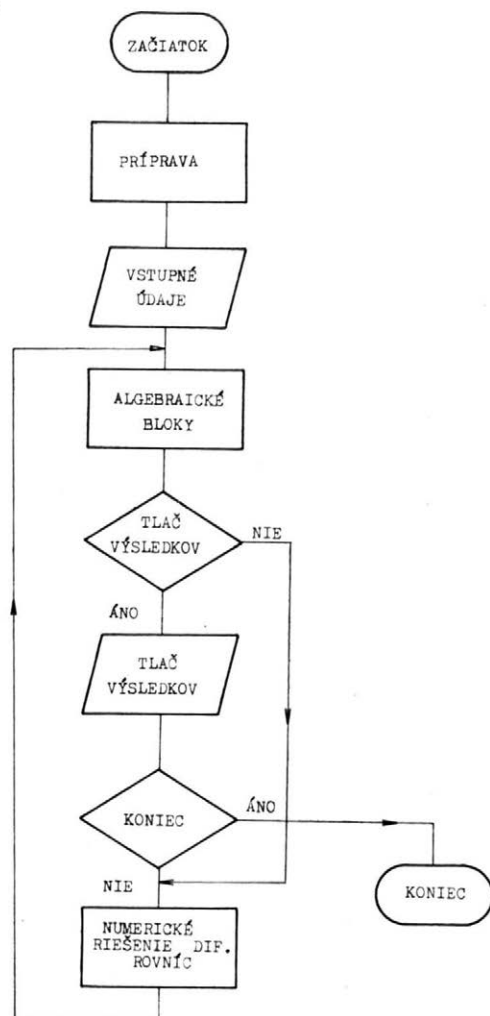
$\frac{a}{b} = \frac{1}{5}$ až $\frac{1}{\infty}$ je $c_x = 0,91$ až $1,53$ (Horejší, 1957), vo výpočtovom programe bola zvolená hodnota $c_x = 1$

— dĺžka l sa mení od 30 do 100 mm.

VÝPOČTOVÝ PROGRAM

Doletovú dráhu častice pre rôzne dĺžky (l) a rôzne druhy hnojív pri rôznych počiatočných rýchlostiach (v_o) sme určili pomocou osobného počítača PP 01. Pohybové rovnice sú druhého rádu s lineárnou zmenou koeficientu k . Pre riešenie bola zvolená PC metóda (obr. 3). Ako vstupné údaje sa zadávajú do programu počiatočné podmienky v poradi: krok výpočtu (zvolený bol krok 0,01 m); x -súradnica rozhadzovacieho ústrojenstva ($x_o = 0$); vstupný údaj pre určenie $k_1 = f(v_x)$; y -súradnica rozhadzovacieho ústrojenstva (v našom prípade $y_o =$ výška rozhadzovacieho ústrojenstva nad povrchom poľa — $H_{\max} = 0,93$ m); vstupný údaj pre určenie $k_2 = f(v_y)$. V ďalšej časti výpočtu sa zadáva hodnota hmotnosti častice hranolovitého tvaru pri konštantnom priereze (S), rôznej dĺžke (l) a rôznom druhu hnojív.

Ukážka hlavného programu je v tab. I.



I. Hlavný program — The main programme

READY

LIST

10 REM HLAVNY PROGRAM

20 DIM DY(4.4).Y(4.4).YP(5).YC(5).YY(4).DYY(4)

40 INPUT 'ZADAJ KROK' DX

90 IRAD = 4

100 REM PRIPRAVA

110 INPUT 'ZADAJ POČIATOCNE PODMIENKY' YY(1).YY(2).YY(3).YY(4)

115 INPUT 'ZADAJ KROK TLACE' N

120 PREP = 1

125 II = N

130 X = 0 : HA = 1

150 INPUT 'ZADAJ HMOTNOST' M

1. pokračovanie tab. I

```
160 CX = 1 : S = 0.002 : RO = 0,125 : Q = 9.81 : HRX = -.93
170 K1 = 1/(2*M)*CX*S*RO*YY(2)
180 K2 = 1/(2*M)*CX*S*RO*YY(4)
184 INPUT 'GRAF ANO = A 'LB
185 CLEAR
186 SCALE 0.10.0.10
187 XAXIS 0.10.0
188 YAXIS 0.10.0
190 REM MMATEMATICKY MODEL
200 DYY(2) = (-1)*K1*YY(2)
210 DYY(4) = (-1)*YY(4)*K2 - Q
220 DYY(1) = YY(2)
230 DYY(3) = YY(4)
250 K1 = 1/(2*M)*CX*S*RO*YY(2)
260 K2 = 1/(2*M)*CX*S*RO*YY(4)
270 IF YY(3) < 0 THEN 820
280 IF PREP = 2 THEN 330
290 IF II < N THEN 325
300 IF LB = A THEN 855
305 II = 0
310 PRINT X
320 PRINT 'X = 'YY(1). 'Y = 'YY(3)
325 II = II + 1
330 GOSUB 400
340 GOTO 190
400 REM PC METODA
410 FOR J = 1 TO IRAD
420 Y(J.HA) = YY(J)
430 DY(J.HA) = DYY(J)
440 NEXT J
450 IF PREP = 2 THEN 550
470 IF HA > 1 THEN 550
480 FOR J = 1 TO IRAD
490 YY(J) = YY(J)1DX*DYY(J)
500 NEXT J
510 HA = HA + 1
530 X = X + DX540 RETURN
550 REM PREDIKTOR
560 IF PREP = 2 THEN 670
570 FOR J = 1 TO IRAD
600 Y(J.HA) = YY(J)
610 DY(J.HA) = DYY(J)
```


2. pokračovanie tab. I

```
620 YP(J) = Y(J.1) + DX*(1.5*DY(J.2) - 0.5*DY(J.1))
630 YY(J) = YP(J)
640 NEXT J
650 PREP = 2
660 RETURN
670 REM KOREKTOR
680 FOR J = 1 TO IRAD
690 YC(J) = Y(J.1) + DX*(-0.5*YP(J) + 0.5*DY(J.2))
700 YY(J) = YC(J)
710 NEXT J
720 PREP = 1
740 X = X + DX
750 K = 1
770 FOR J = 1 TO 4
780 Y(J.K) = Y(J.K + 1)
790 DY(J.K) = DY(J.K + 1)
800 NEXT J
810 RETURN
820 PRINT'VZDIALENOST'YY(1)
825 STOP
827 IF HC = A THEN 1000
828 STOP
830 REM TLAC
840 PLOT YY(1).YY(3)
850 RETURN
855 GOSUB 830
856 II = 0
858 GOTO 325
1000 LPRINTER
1010 PRINT # CHR$(27):"C5":CHR$(7AH):
1020 FOR I = 0 TO 31
1030 PRINT # CHR$(27):"FO256":CHR$(7AH):
1040 FOR J = 255 TO 0 STEP -1
1050 PRINT # CHR$(PEEK(OA00H + I + J*32)):
1060 NEXT J
1070 PRINT #
1080 NEXT I
1090 PRINT # CHR$(27):"C3":CHR$(7AH):
1100 CONSOLE
1110 STOP
1120 END
READY
```

II. Hodnoty doletu častice pre rôzne druhy hnojív — The values of particle paths for different kinds of manure

Počiatková rýchlosť častice v_0 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	8,16/7,05	8,16/7,05	8,16/7,05
Dĺžka častice l [mm]	30	50	100
Doletová draha častice L_x [m]: — rašelina	6,22/4,99	6,26/5,02	6,28/5,04
— maštalný hnoj	6,27/5,03	6,29/5,04	6,30/5,05
— vápenec	6,30/5,05	6,31/5,05	6,31/5,06

VÝSLEDKY

V tab. II sú uvedené hodnoty doletu častice pre rôzne druhy hnojív s počiatkovou rýchlosťou častice $v_{01} = 8,16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $v_{02} = 7,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pri dĺžke častíc (l) 30, 50 a 100 mm.

Pre porovnanie uvádzame hodnoty doletovej dráhy určené klasickým postupom podľa vzťahu [1], $L_{x1} = 4,01 \text{ m}$ a $L_{x2} = 3,21 \text{ m}$. Z uvedenej skutočnosti vyplýva záver, že podľa navrhovanej metodiky výpočtu, so zohľadnením zotrvačných účinkov a odporu vzduchu, je dráha doletu častice väčšia. Konečné závery bude možné prijať až po overení výsledkov pri prototypových skúškach.

Literatúra

- FRIEDMAN, M. a kol.: Zemědělské stroje. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1973.
 GONDA, J.: Dynamika pre inžinierov. Bratislava, ALFA 1969.
 HOREJŠÍ, M.: Aerodynamika létajícího modelu. Praha, Naše vojsko 1957.

Došlo dňa 16. 7. 1987

КАСТЕЛОВИЧ, Е. — СЛОБОДА, А. — ВЕСЕЛОВСКА, Е. (Высшее техническое училище, Кошице): Анализ полета частиц удобрения. Земед. Техн., 34, 1988 (5) : 263-270.
 В работе описывается предложенный расчет пути полета удобрения с учетом инерционного эффекта и сопротивления воздуха. Предложенный способ решения мы реализовали на микро ЭВМ РР 01. Задание решалось в рамках сотрудничества Высшего технического училища, Кошице, с Научным и испытательным институтом, заводами тяжелого машиностроения, Зволнен, при предложении разбрасывающего устройства органических удобрений для горной ведущей единицы МТ 6-063. Результаты расчетов показывают на те факты, что путь полета частицы определенной приведенным способом является большим чем путь определенный приведенным способом. Результаты будут проверены после производства прототипа в НИИ ЗТМ Зволнен.

путь частицы; аэродинамическое сопротивление; динамическая модель; программа расчета

KAŠTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Institute of Technology, Košice): An Analysis of the Particle Path during Manure Application. Zeméd. Techn., 34, 1988 (5) : 263-270.

The described procedure of calculating the manure particle path, recorded during manure distribution, takes into account the effect of inertia and the resistance

of the air. The PP 01 personal computer was used for the calculation. Working on the problem, the Košice Institute of Technology co-operated with the Research and Development Institute of the Heavy Engineering Works at Zvolen within the joint programme of designing a manure distribution system to be aggregated with the MT 6-063 power unit for hilly terrains. It is suggested by the results that the particle path determined by this method is greater than the path determined by the traditional method. The results will be checked when a prototype is made at the Research and Development Institute of the Heavy Engineering Works at Zvolen.

particle path; aerodynamic resistance; dynamic model; computer programme

KASTELOVIČ, E. — SLOBODA, A. — VESELOVSKÁ, E. (Technische Hochschule, Košice): *Analyse der Reichweite von Düngerpellets*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 263-270.

In der Arbeit wird die entworfene Berechnung der Bahn der Düngerpellets mit Rücksicht auf die Beharrungswirkung und den Luftwiderstand beschrieben. Das entworfene Verfahren der Lösung wurde mittels Tischrechner PP 01 realisiert. Die Aufgabe wurde im Rahmen der Zusammenarbeit der Technischen Hochschule Košice mit dem Forschungs- und Entwicklungsinstitut der Schwermaschinenbauwerke Zvolen, beim Entwurf eines Mineraldüngerstreuorgans für die Triebwerkeinheit MT 6-063 für Gebirgseinsatz, gelöst. Ergebnisse der Berechnungen weisen auf die Tatsache hin, daß die auf diese Weise bestimmte Reichweite der Düngerpellets größer ist als die anhand der klassischen Methode festgesetzte Reichweite. Nach der Herstellung des Prototyps im Werk Zvolen werden die Ergebnisse überprüft.

Partikelreichweite; aerodynamischer Widerstand; dynamisches Modell; Berechnungsprogramm

Adresa autorov:

Ing. Eduard Kastelovič, ing. Aurel Sloboda, ing. Elena Veselovská, CSc., Vysoká škola technická, Švermova 9, 041 87 Košice

KINEMATICKÁ ANALÝZA FUNKČNÍCH ČÁSTÍ ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ ŘÍZENÝCH VAČKOVÝM MECHANISMEM

P. Sedlák, M. Seknička, A. Loprais, P. Kočíš

SEDLÁK, P. — SEKNIČKA, M. — LOPRAIS, A. — KOČIŠ, P. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Kinematická analýza funkčních částí zemědělských strojů řízených vačkovým mechanismem*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 271-277.

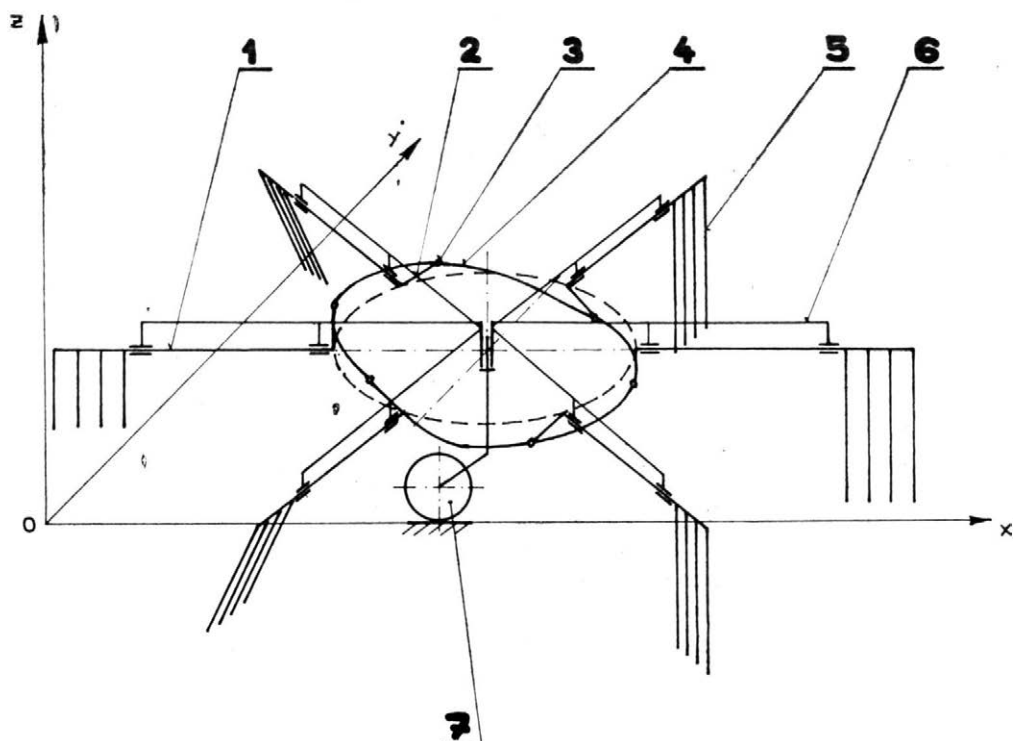
Uvádíme analytické stanovení základních kinematických parametrů vačkového mechanismu, který u zemědělského stroje řídí činnost funkčních částí. Je popsán výpočtový model, který v matematickém popisu používá iterační metody zpracovávané malou výpočetní technikou. Použitá metoda umožňuje v návaznosti automatizovat řešení kinematických parametrů funkčních částí a celkově značně zproduktivnit tvorbu podkladů k analýze a syntéze funkce celého stroje.

výpočtový model; iterační metoda řešení; kinematické parametry; vačkový mechanismus; shrnovač píce

S požadavky na zdokonalování zemědělských strojů roste i potřeba jejich podrobnějšího vyšetřování, analýzy a syntézy. Zvláště významné je toto poznávání u strojů, které manipulují a zpracovávají biologický materiál, citlivý na mechanické působení. Základním podkladem pro zkoumání interakce stroje s manipulovaným zemědělským materiálem je analýza a syntéza kinematických uzlů mechanismů zemědělského stroje. Tyto požadavky na řešení zkoumaných problémů si nutně vyžadují i komplexnější přístupy k tvorbě podkladů při využití výpočetní techniky. Použití této moderní techniky zároveň vyžaduje volit způsoby řešení, které umožňují matematický popis mechanických vazeb pomocí formulací zpracovatelných výpočetní technikou [Rektorys aj., 1968; Loprais, 1980; Velebil aj., 1984].

Předkládaný příspěvek si klade za úkol produktivně určit základní kinematické parametry vačkového mechanismu, který u zemědělského stroje řídí činnost funkčních ústrojí. Použitý výpočet využívá iterační metody řešení transcendentních rovnic. Takto získané parametry jsou nezbytným podkladem k řešení kinematiky dalších funkčních částí stroje.

Postup a výsledky řešení jsou aplikovány na vačkový mechanismus shrnovače píce SB-4H, který patří mezi návěsné traktorové stroje. Jeho pracovní ústrojí je tvořeno čtyřmi horizontálně otočnými rotory (obr. 1). Každý rotor má šest ramen s ložisky (6), ve kterých jsou otočně bez axiálního pohybu uloženy hřídele (1) opatřené na vnějším konci shrnovacími prsty (5). Ke vnitřním koncům hřídelů jsou připevněna ramena (2) s otočnými vodicími kladkami (3). Vodicí kladky jsou vedeny v radiální paprskovité oboustranné vačce (4), která zajišťuje silový styk vodicí kladky a řídí pohyb shrnovacích prstů v průběhu procesu shrno-



1. Funkční skupina shrnovače píce SB-4H — The functional group of the SB-4H hay rake

vání píce na pokosu. Výška prstů nad povrchem pokosu se nastavuje stavitelným opěrným kolem (7). Pohon rotorů stroje je od vývodového hřídele traktoru prostřednictvím kloubového hřídele přes pojistnou spojku, řetězový převod a kuželovou převodovku.

ANALYTICKÉ ŘEŠENÍ PARAMETRŮ VAČKOVÉHO MECHANISMU

Ve výpočtovém modelu řešeného mechanismu představuje na obr. 2 až 4 vzhledem k popisu použitému na obr. 1:

těleso 4 — hřídel (1) s prsty (5), ramenem (2) a kladkou (3),

těleso 3 — rameno rotoru (6),

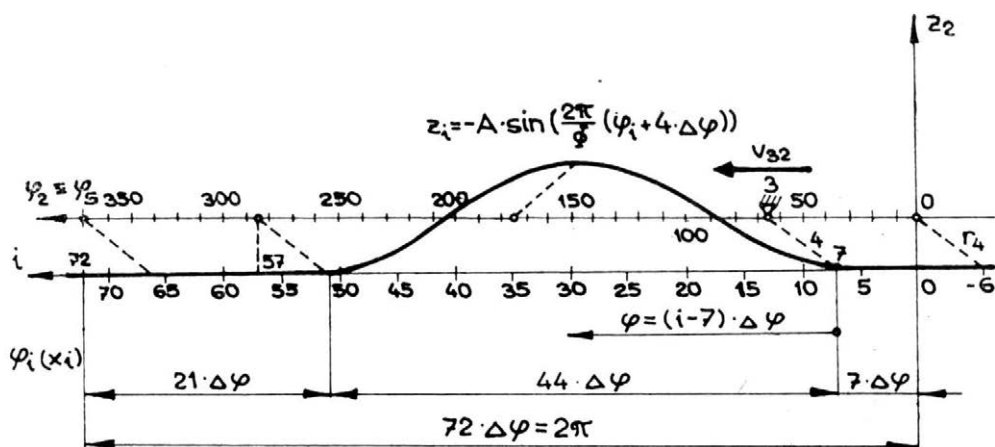
těleso 2 — radiální vačku (4) nehybně vázanou s rámem shrnovače.

Vlastní vačka je vytvořena radiálně na plném úhlu 2π . V části tohoto úhlu je vačka tvořena přímým úsekem (probíhá shrnování pokosu) a zbylá část vačky má křivkový průběh, který řídí odkládání shrnutého pokosu do řádku a následně opět vstup shrnovacích prstů do dalšího pokosu.

Rozdělíme-li celý úhel 2π na 72 dílky o velikosti

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{72}$$

potom křivkové části vačky stroje SB-4H odpovídá úhel $\varphi = 44 \cdot \Delta \varphi$ (rad).



2. Rozvinutý tvar vačky tělesa 2 s polohami osy O_{43} — Developed surface of the cam of body 2 with the positions of axis O_{43}

Zvolme pro rozvinutý tvar vačky souřadnicový systém podle obr. 2. Tato volba odpovídá skutečné činnosti vačky, neboť je-li osa otáčení tělesa 4 v poloze $i = 13$, potom přichází do kontaktu střed vodící kladky tělesa 4 se střednicí křivkové části vačky v poloze $i = 7$. Ve zvoleném souřadnicovém systému pak rovnice střednice křivkové části vačky je v stroje SB-4H

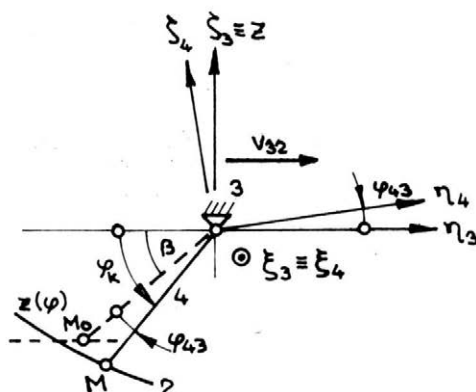
$$z = -A \cdot \sin [b \cdot \varphi + \varphi_p] = z(\varphi) \quad [\text{m}] \quad [1]$$

kde: A — amplituda křivkové části vačky [m]

φ — úhel polohy dotyku středu vodící kladky se střednicí křivkové části vačky [rad]

$$b = \frac{2\pi}{\psi} \quad [-]$$

$$\varphi_p = 4 \cdot b \cdot \Delta\varphi \quad [\text{rad}]$$



3. Schéma vzájemné polohy těles 4 a 3 — Diagram of the mutual positions of bodies 4 and 3

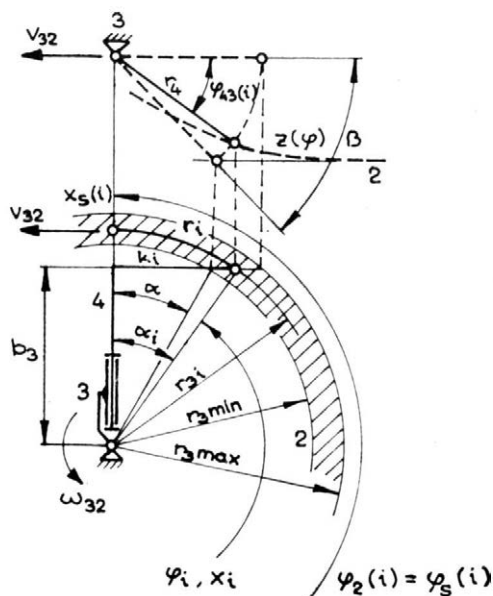
Jakmile je v činnosti křivková část vačky (obr. 3), je φ_{43} úhel natočení tělesa 4 vzhledem k tělesu 3 a lze jej stanovit podle vztahu

$$\varphi_{43} = \varphi_k - \beta = \arcsin \left(\frac{z}{r_4} \right) - \beta \quad [\text{rad}] \quad [2]$$

kde: φ_k — okamžitý polohový úhel ramene tělesa 4 [rad]

β — polohový úhel ramene v přímém úseku vačky [rad]

r_4 — poloměr ramene tělesa 4 (obr. 4) [m]



4. Kinematické schéma funkce radiální paprskovité vačky pro popis kroku iterace — Kinematic diagram of the function of a radial cam for the description of an iteration step

Poněvadž $\varphi_{43} = \varphi_{43}(t)$, lze úhlovou rychlost $\omega_{43}(t)$ a úhlové zrychlení $\varepsilon_{43}(t)$ při pohybu tělesa 4 vzhledem k tělesu 3 získat derivacemi této funkce času.

Těleso 3 se otáčí stálou úhlovou rychlostí ω_{32} a unáší těleso 4. Přitom pootočení o jeden dílek i odpovídá přírůstku času

$$\Delta t = \frac{2\pi}{72 \cdot \omega_{32}} = \frac{\pi}{36 \cdot \omega_{32}}$$

Potom libovolné poloze i bude odpovídat úhel polohy tělesa 3 vzhledem k tělesu 2

$$\varphi_{32}(i) = i \cdot \omega_{32} \cdot \Delta t \quad [\text{rad}]$$

Tato poloha unašeče 3 určuje i polohu osy otáčení tělesa 4 vzhledem k tělesu 2 pro příslušná i (obr. 3). Z obr. 4 je zřejmé, že při řešení funkce vačkového mechanismu jde v podstatě o určení průsečíku křivky $z(\varphi)$ s kružnicí o proměnném poloměru r_i a se středem o souřadnicích $z_{si} = 0$; $x_{si} = r_{3i} \cdot \varphi_{2i}$, jejíž rovnice je

$$z_{si}^2 + (x_{si} - x_i)^2 = r_i^2 \quad [\text{m}^2] \quad [3]$$

kde: x_i — obvodová souřadnice průsečíku na proměnlivém poloměru r_{3i} , tj.

$$x_i = x_i(\varphi_i, r_{3i}) \quad [\text{m}] \quad [4]$$

Z rovnic [1] a [3] je zřejmé, že je nutné řešit je iteracemi.

POPIS ALGORITMU ITERACE

Úprava rovnic [1] a [3] na tvar pro řešení parametrů vačkového mechanismu pomocí malé výpočetní techniky je obsažena v algoritmu iterace (obr. 4). Krok na další polohu

$$i = (14 \div 57)$$

$$\varphi_{si} = i \cdot \Delta \varphi$$

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \Delta \varphi \quad [\text{rad}]$$

$$z_i = -A \cdot \sin(b \cdot \varphi_i + \varphi_p) \quad [\text{m}]$$

$$z_a = z_i \quad [\text{m}]$$

Začátek a popis algoritmu kroku iterace:

$$1. \quad k_a = \sqrt{\hat{r}_4^2 - z_a^2}$$

$$2. \quad r_{3a} = \sqrt{k_a^2 + b_3^2} \quad [\text{m}]$$

$$3. \quad \alpha_a = \arctg\left(\frac{k_a}{b_3}\right) \quad [\text{rad}]$$

$$4. \quad r_a = \alpha_a \cdot r_{3a}$$

$$5. \quad x_{sa} = r_{3a} \cdot \varphi_{si} \quad [\text{m}]$$

$$6. \quad x_a = -\sqrt{r_a^2 - z_i^2} + x_{sa} \quad [\text{m}]$$

$$7. \quad \varphi_a = \frac{x_a}{r_{3a}} \quad [\text{rad}]$$

$$8. \quad z_a = -A \cdot \sin(b \cdot \varphi_a + \varphi_p) \quad [\text{m}] \quad [5]$$

9. konec kroku iterace

Opakováním kroků iterace do splnění požadované přesnosti iterovaných veličin jsou posledním krokem iterace získány hodnoty každé i -té polohy vačkového mechanismu.

Iterační proces zpracováváný výpočetní technikou postupuje velmi rychle. Při využití mikropočítače SAPI-1 byla při dělení celého úhlu 2π na 72 polohy mechanismu zapotřebí necelá jedna minuta strojového času na celý výpočet. V procesu výpočtu byla trasováním zjištěna velmi rychlá konvergence iteračního procesu, a to i při velmi přísné volbě přesnosti výpočtu kinematických veličin.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Uvedeným postupem vypočtené hodnoty $z_i / \varphi_{32} (i)$, $r_{3i} \varphi_{32} (i)$ a úhlové rychlosti $\omega_{43}(\varphi_{32})$ jsou zpracovány do grafů na obr. 5 pro vstupní hodnoty:

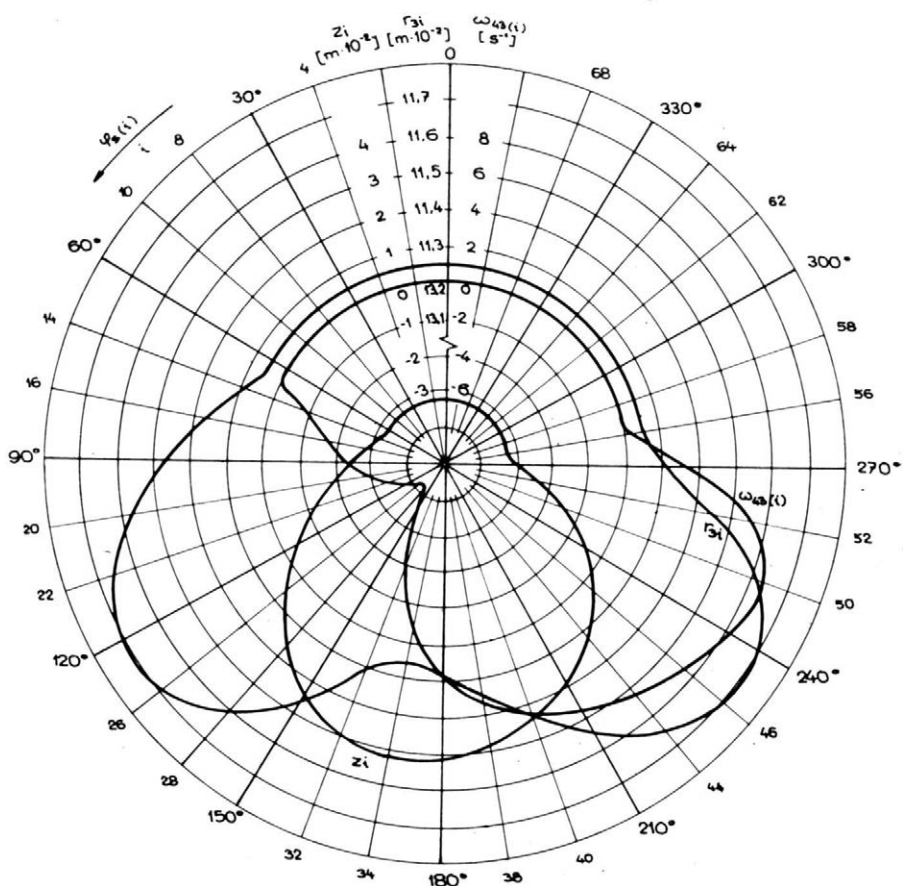
$$A = 0,0325 \quad [\text{m}]$$

$$r_4 = 0,117 \quad [\text{m}]$$

$$b_3 = 0,0975 \quad [\text{m}]$$

$$\text{přesnost } |z(i) - z_a| \leq 10^{-5} \quad [\text{m}]$$

Hodnoty $\omega_{43}(\varphi_{32})$ byly stanoveny pomocí formulí pro numerickou derivaci. Analogicky lze získat úhlové zrychlení $\varepsilon_{43}(\varphi_{32}^i)$. Znalost těch-



5. Graf závislosti parametrů $z(i)$, $r_3(i)$, $w_{43}(i)$ na úhlu $\varphi_{32}(i)$ otáčení rotoru shrnovače — Diagram of the dependences of the parameters $z(i)$, $r_3(i)$, $w_{43}(i)$ on the angle $\varphi_{32}(i)$ of the rotation of rake rotors

to kinematických veličin pohybu tělesa 4 vzhledem k tělesu 3 (pohybu řízeného vačkovým mechanismem) je nezbytná nejen ke kinematické analýze a syntéze funkce celého stroje, nýbrž i pro analýzu a syntézu vlivu stroje na biologický zemědělský materiál. Použitý postup výpočtu pomocí počítače nám bezprostředně umožňuje produktivně získávat kinematické parametry funkce stroje. V daném případě máme možnost návazně stanovovat např. trajektorie, rychlosti a zrychlení shrnovacích prstů při různých režimech pohonu a pojezdu stroje v pracovním nasazení. Použitý výpočtový model umožňuje exaktně určovat optimální technické a exploatační parametry daného zemědělského stroje s vačkovým mechanismem již ve stadiu konstrukčních a vývojových prací.

ZÁVĚR

V příspěvku je ukázán výpočtový model řídicí funkce vačkového mechanismu u zemědělského stroje. V matematickém popisu řešení je aplikována iterační metoda řešení soustavy transcendentních rovnic. Na

příkladu funkční skupiny shrnovače píce SB-4H je předveden postup tvorby rovnic a popis kroků iterace zpracovaných mikropočítačem. Předložené kinematické řešení vačkového mechanismu a získané výsledky umožňují další postup tvorby podkladů pro kinematickou analýzu a syntézu funkce celého stroje při pracovním nasazení. Toto následné řešení problematiky bude obsahem dalšího příspěvku.

Literatura

- LOPRAIS, A.: Technická mechanika I. Praha, SPN 1980, s. 145-151.
REKTORYS, K. a kol.: Přehled užité matematiky. Praha, SNTL 1968, s. 942-971.
VELEBIL, M. a kol.: Zemědělské technologické systémy — teoretické základy. Praha, SZN 1984, s. 41-45.

Došlo dne 16. 7. 1987

СЕДЛАК, П. — СЕКНИЧКА, М. — ЛОПРАИС, А. — КОЧИШ, П. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Кинематический анализ функциональных частей сельскохозяйственных машин управляемых кулачковым механизмом. Земед. Techn., 34, 1988 (5) : 271-277.

Приводим аналитическое определение основных кинематических параметров кулачкового механизма, который у сельскохозяйственной машины управляет деятельностью функционирующих частей. Описывается расчетная модель, которая в математическом описании использует метод интеракции разработанный микро ЭВМ. Используемая методика позволяет в продолжении автоматизировать решение кинематических параметров функциональных частей и в общем значительно увеличить продуктивность создания первичных материалов для анализа и синтеза функции общей машины.

расчетная модель; метод интеракционного управления; кинематические параметры; кулачковый механизм; подборщик кормов

SEDLÁK, P. — SEKNIČKA, M. — LOPRAIS, A. — KOČIŠ, P. (University of Agriculture, Brno): Kinematic Analysis of the Functional Parts of Farm Machines Controlled by a Cam Mechanism. Zeméd. Techn., 34, 1988 (5) : 271-277.

Analytical determination of the basic kinematic parameters of the cam mechanism, which controls the work of some functional parts of farm machines, is described in the paper. A calculation model is shown, based on the iteration method with the use of small computers in the mathematical description. The method will enable to automate the determination of the kinematic parameters of the functional parts and generally to raise the productivity of the preparation of data for the analysis and synthesis of the function of the whole machine.

calculation model; iteration method of solution; kinematic parameters; cam mechanism; hay rake

SEDLÁK, P. — SEKNIČKA, M. — LOPRAIS, A. — KOČIŠ, P. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): Kinematische Analyse der Funktionsteile von mittels Nockenmechanismus gesteuerten landwirtschaftlichen Maschinen. Zeméd. Techn., 34, 1988 (5) : 271-277.

Wiedergegeben wird die analytische Bestimmung kinematischer Grundparameter des bei Landmaschinen die Tätigkeit der Funktionsteile bewerkstellenden Nockenmechanismus. Beschrieben wird ein Berechnungsmodell, das in der mathematischen Definierung die mittels Kleincomputertechnik verarbeitete Iterationsmethode anwendet. Die angeführte Methodik ermöglicht im Anschluß daran Lösungen kinematischer Parameter von Funktionsteilen zu automatisieren und im allgemeinen die Zusammenstellung von Unterlagen für eine Analyse und Synthese der Funktion der ganzen Maschine wesentlich produktiver zu gestalten.

Berechnungsmodell; Iterationsmethode der Lösung; kinematische Parameter; Nockenmechanismus; Sammelrechen für Futterbergung

Adresa autorů:

Ing. Pavel Sedlák, ing. Miroslav Seknička, CSc., ing. Antonín Loprais, CSc., ing. Pavel Kočíš, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Česká vědeckotechnická společnost potravinářského průmyslu, pobočky ČVTS odboru potravinářského inženýrství a odboru potravinářské techniky VÚPP, a ČVOS pracovníků potravinářského průmyslu pořádají u příležitosti 30. mezinárodního strojírenského veletrhu ve dnech 14. a 15. 9. 1988 ve Vranově nad Dyjí akci

NOVÁ TECHNIKA V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.

Odborným garantem akce je ing. Jiří Celba, CSc., Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, odbor potravinářského inženýrství, Třebohostická 12, 100 00 Praha 10.

STANOVENÍ SOUČiniteLE SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRTĚ NA OCELI, GUMĚ A DŘEVU

K. Mójta

MÓJTA, K. (Vysoká škola zemědělská, Praha — Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy): *Stanovení součinitele smykového tření kukuřičné drtě na oceli, gumě a dřevu*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 279-292.

V práci jsou uvedeny výsledky měření součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na kluzných podložkách z oceli, gumy a dřeva. Z experimentu vyplývá, že součinitel smykového tření v závislosti na rychlosti a době smyku pro jednotlivé typy kluzných podložek není konstantní. V případě smýkání na oceli a gumě má vliv rychlosti a doby smýkání nejprve stoupající tendenci. Na ocelové podložce má součinitel smykového tření kukuřičné drtě (CCM) maximální hodnotu $f \sim 0,554$ při rychlosti smyku $V_s = 0,18$ až $0,29 \text{ m.s}^{-1}$ a při době smýkání $\tau_s = 25$ až 50 s . Na gumové podložce se maximální hodnota součinitele smykového tření $f \sim 0,643$ projevuje při rychlosti smyku $V_s = 0,25$ až $0,32 \text{ m.s}^{-1}$ a při době smýkání $\tau_s = 50$ až 80 s . Po přechodu maxima s růstem rychlosti a času smýkání hodnoty součinitele smykového tření klesají. Při smýkání kukuřičné drtě (CCM) na dřevěné podložce s růstem rychlosti a času smýkání hodnoty součinitele smykového tření v daném rozsahu měření klesají. Při rychlostech nad $1,2 \text{ m.s}^{-1}$ se již na podložkách z oceli, gumy a dřeva hodnoty součinitele smykového tření výrazně nemění.

tribometr; rychlost smyku; doba smýkání; kukuřičná drť CCM

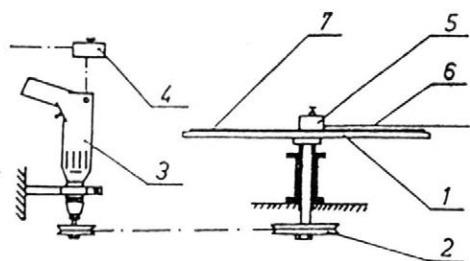
Zemědělská velkovýroba klade v současné době stále vyšší požadavky na uplatňování moderních technických postupů, a tím i na zemědělské strojírenství. To je spojeno se snižováním energetické náročnosti, zvyšováním výkonnosti, spolehlivosti a životnosti zemědělské techniky. K realizaci těchto cílů přispívá i použití vhodných materiálů, které přicházejí do styku se zemědělskými materiály, např. s krmivem. Faktorem, který do značné míry ovlivňuje pohyb zemědělských materiálů při interakci s orgány zemědělských strojů, je i součinitel smykového tření. Jeho průběh není konstantní, neboť závisí na mnoha okolnostech. Projevuje se zejména závislost na druhu materiálové dvojice, na stavu a vlastnostech povrchových vrstev, na zatížení, na rychlosti smyku, teplotě, vlhkosti atd. (Fiala, 1965).

Příspěvkem k řešení této problematiky je vyšetřování průběhu hodnot součinitele smykového tření kukuřičné drtě zpracované metodou Corn-Cab-Mix (CCM) ve styku s kluznou podložkou z oceli, gumy a dřeva při vybraných parametrech třecího procesu.

MATERIÁL A METODY

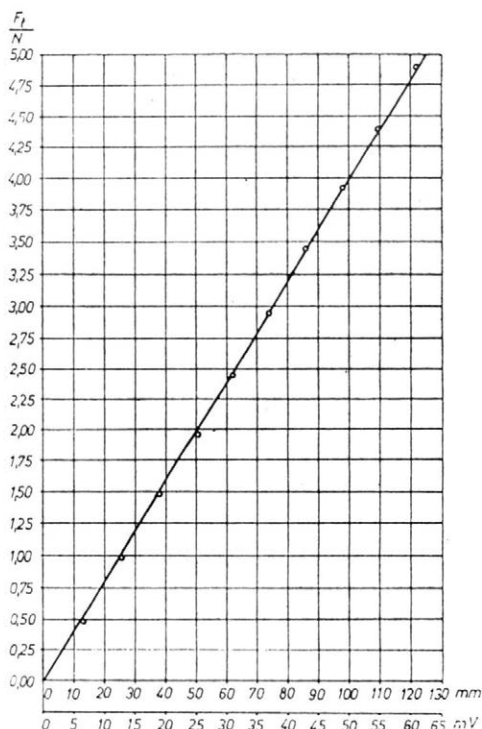
EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

Bylo použito známé metody měření síly tření vyvozované rotujícím kotoučem, po němž se smýká zkoušený materiál.



1. Schéma přístroje pro určování součinitele smykového tření (1 — kotouč, 2 — řemenice — klínový řemen, 3 — vrtačka, 4 — tyristorový regulátor proudu, 5 — zkušební těleso, 6 — závěs zkušební tělesa, 7 — zkušební kluzná podložka) — Diagram of an apparatus for determining the shearing friction coefficient (1 — disk, 2 — pulley — vee belt, 3 — drill, 4 — tyristor current regulator, 5 — test body, 6 — suspension of the test body, 7 — test sliding support)

2. Kalibrační křivka tenzometrického čidla — Calibration curve of the tensometric sensing element



Experimentální zařízení bylo vybudováno na Vysoké škole zemědělské v Praze. Pro měření součinitele smykového tření kukuřice CCM ve styku s kluznými podložkami byl použit tribometr, jehož schéma je na obr. 1.

Funkční částí tribometru je kruhová ocelová deska, otáčející se kolem svislé osy. Její pohon zajišťuje elektromotor ruční vrtačky s plynule měnitelnými otáčkami. Rozmezí rychlosti lze dosáhnout buď změnou otáček, nebo změnou poloměru, na kterém se zkušební těleso se zkoušeným materiálem smýká. Zkušební těleso je závěsem spojeno s měřicím čidlem. Jako měřicí čidlo byl použit bronzový prstenec s nalepenými tenzometry SM-120. Parametry prstence byly vypočteny pro poměrnou deformaci 0,005. Kalibrační křivka tenzometrického čidla je znázorněna na obr. 2.

K měření byly použity tyto přístroje: přenosný registrační přístroj VAREG-2, univerzální digitální voltmetr B7-21, tenzometrický můstek TDA-3, elektrická váha OWA LABOR, stopky HEUER, otáčkoměry REKORD a ALFA-LAVAL.

MĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ DAT

Zkušební těleso, ve kterém je přítlačný válec s bodci, se naplní materiálem do výšky cca 35 mm. Těleso se položí na podložku a na přítlačný válec se nasune třmen. Závažím se vzorek (CCM) stlačí. Po odložení působením šroubu se posune přítlačný válec, čímž se vytvoří mezera mezi tělesem a kluznou podložkou. Zkušební těleso se potom závěsem připojí k měřicímu čidlu.

Zatížení F_z při konsolidaci vzorku (CCM) je dáno vztahem

$$F_z = (m_t + m_{pv} + m) \cdot g \quad (1)$$

kde: m_t — hmotnost třmenu [kg]
 m_{pv} — hmotnost přítlačného válce [kg]
 m_z — hmotnost závaží [kg]
 g — tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-1}$]

Zatížení F_n vzorku [CCM] při měření součinitele smykového tření je dáno vztahem

$$F_n = (m_{tv} + m_{pv} + m_s + m_{vz} + m_z) \cdot g \quad (2)$$

kde: m_{tv} — hmotnost tělesa válce [kg]
 m_{pv} — hmotnost přitlačného válce [kg]
 m_s — hmotnost přitlačného šroubu [kg]
 m_{vz} — hmotnost vzorku (CCM) [kg]
 m_z — hmotnost závaží [kg]

Vzorky kukuřice [CCM] byly stlačeny zatížením $F_z = 10$ N a zatížení při měření součinitele smykového tření F_n mělo hodnotu 5 N.

Součinitel smykového tření byl vypočten ze vztahu

$$f = \frac{F_t}{F_n} \quad (3)$$

kde: f — součinitel smykového tření [1]
 F_n — zatížení vzorku kukuřice (CCM) [N]
 F_t — třecí odpor [N]

ZJIŠŤOVÁNÍ SOUČINITELE SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRTĚ (CCM) V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI SMÝKÁNÍ

Byly měřeny hodnoty součinitele smykového tření pro rozsah rychlosti 0,13 až 1,8 m · s⁻¹ a hodnoty součinitele tření za klidu. Měření proběhlo v desetisekundovém časovém úseku, odpovídajícím době smýkání 45 až 55 s, a opakovalo se 18 X. Počet měření byl určen na základě dvoufázového náhodného výběru (K á b a, 1980) pro požadovanou přesnost 0,01 a pro spolehlivost 0,95. Při měření součinitele smykového tření za klidu byla zjišťována maximální hodnota třecího odporu, která byla odečtena v okamžiku, kdy došlo k pohybu zkušební tělesa se vzorkem kukuřice [CCM], který byl předtím v klidu. Posuv byl proveden ručně, pomalým otáčením základní desky tak, aby bylo možné přesně určit hodnotu F_t v okamžiku posunutí.

I. Faktory, rozsahy a hladiny variance faktorů při zjišťování součinitele smykového tření kukuřice (CCM) na vybraných podložkách — The factors, ranges and variances of the factors during determining the shearing friction coefficient for corn cob meal in contact with selected surfaces

Hladina a rozsah variance faktorů	Faktor			
	rychlost smyku V_s [m · s ⁻¹] pro ocel, gumu a dřevo	doba smýkání τ_s [s]		
		ocel	guma	dřevo
+2	0,43	70	100	75
+1	0,36	55	80	60
0	0,29	40	60	45
-1	0,22	25	40	30
-2	0,15	10	20	15
δ	$\delta_v = 0,07$	$\delta_\tau = 15$	$\delta_\tau = 20$	$\delta_\tau = 15$

II. Kombinace faktorů při měření součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli, gumě a dřevu v závislosti na rychlosti a době smýkání — Combinations of factors during measuring the shear friction coefficient of corn cob meal (CCM) in contact with steel, rubber and wood as depending on shearing velocity and time

Pořadové číslo	Rychlost smyku (pro ocel, gumu a dřevo)		Doba smýkání					
			ocel		guma		dřevo	
	V'_s	$V_s [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	τ_s	$\tau_s [\text{s}]$	τ_s	$\tau_s [\text{s}]$	τ_s	$\tau_s [\text{s}]$
1	-1	0,22	-1	25	-1	40	-1	30
2	1	0,36	-1	25	-1	40	-1	30
3	-1	0,22	1	55	1	80	1	60
4	1	0,36	1	55	1	80	1	60
5	-2	0,15	0	40	0	60	0	45
6	2	0,43	0	40	0	60	0	45
7	0	0,29	-2	10	-2	20	-2	15
8	0	0,29	2	70	2	100	2	75
9	0	0,29	0	40	0	60	0	45
10	0	0,29	0	40	0	60	0	45
11	0	0,29	0	40	0	60	0	45

ZJIŠŤOVÁNÍ SOUČINITELE SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRŤE (CCM) V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI A DOBĚ SMÝKÁNÍ

Pro zjišťování součinitele smykového tření v závislosti na rychlosti a době smýkání byl vypracován plán experimentu podle metodiky, kterou uvedl Melnikov [1980]. Faktory, rozsahy a hladiny variance faktorů jsou uvedeny v tab. I. Měření bylo provedeno podle 11 kombinací uvedených v tab. II a bylo 13X opakováno.

Na základě experimentálních hodnot součinitele smykového tření, získaných kombinací faktorů uvedených v tab. II, byly stanoveny regresní rovnice ve tvaru:

$$f' = b_0 + b_1 V'_s + b_2 \tau'_s + b_{12} V'_s \tau'_s + b_{11} V_s'^2 + b_{22} \tau_s'^2 \quad (4)$$

Regresní rovnice (4) byla upravena na kanonický tvar (Hamiltonovy rovnice). Umožňuje to vypočítat hodnoty součinitele smykového tření při použití skutečných hodnot rychlosti a doby smýkání, tj. V_s v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ a τ_s v s, a také znázornit závislost součinitele smykového tření na těchto faktorech v podobě izochar.

K tomuto účelu bylo použito metodiky, kterou uvedl Melnikov [1980]. Regresní rovnici (4) je možno upravit dosazením závislosti

$$V'_s = \frac{V_s - V_{os}}{\delta_v} \quad (5)$$

$$\tau'_s = \frac{\tau_s - \tau_{os}}{\delta_\tau} \quad (6)$$

kde: V_s', τ_s' — předpokládané hodnoty rychlosti a doby smýkání
 V_s, τ_s — skutečné hodnoty rychlosti a doby smýkání (V_s v m.s⁻¹, τ_s v s)
 V_{0s}, τ_{0s} — skutečné hodnoty rychlosti a doby smýkání pro hladinu 0
 $\delta v, \delta \tau$ — skutečné hodnoty intervalů variance faktorů V_s a τ_s

Upravená regresní rovnice (4) nabude tvar:

$$f = a_0 + a_1 V_s + a_2 \tau_s + a_{12} V_s \tau_s + a_{11} V_s^2 + a_{22} \tau_s^2 \quad (7)$$

Regresní rovnici (4) je možné dále upravit na jednoduchý kanonický tvar

$$f' - f_c = B_{11} V_s'^2 + B_{22} \tau_s'^2 \quad (8)$$

kde: f_c — hodnota součinitele smykového tření v novém středu souřadnic

přičemž je nutno si uvědomit, že střed systému souřadnic (V_s' a τ_s') se posune a otočí o úhel α_k .

Posunutí středu souřadnic je možné stanovit řešením systému diferenciálních rovnic:

$$\begin{cases} \frac{df'}{dV_s'} = 0 \\ \frac{df'}{d\tau_s'} = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Otočení systému souřadnic o úhel α_k lze vypočítat ze vztahu:

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{b_{12}}{b_{11} - b_{22}} \quad (10)$$

Hodnotu f_c vypočítáme dosazením do rovnice (4) hodnot získaných při řešení systému diferenciálních rovnic (9). Regresní koeficienty B_{11} a B_{22} vypočítáme ze závislosti:

$$B_{11} = b_{11} \cos^2 \alpha_k + b_{12} \cos \alpha_k \sin \alpha_k + b_{22} \sin^2 \alpha_k \quad (11)$$

$$B_{22} = b_{11} \sin^2 \alpha_k + b_{12} \sin \alpha_k \cos \alpha_k + b_{22} \cos^2 \alpha_k \quad (12)$$

CHARAKTERISTIKA MATERIÁLŮ

Součinitel smykového tření byl zjišťován na oceli, gumě a dřevu s typickým stavem povrchu, jaký je běžný v provozu a při konstrukci zemědělských strojů.

Vzorky kukuřice (CCM) byly odebrány ze skladu kukuřice v Chmelovicích — JZD Králíky. Objemová hmotnost materiálu uloženého ve skladu byla v průměru 948 kg.m⁻³. K měření hodnot součinitele smykového tření byl použit materiál o obsahu sušiny 45,8 ± 0,3 %. Mechanický rozbor kukuřičné drtě (CCM) uvádí tab. III.

III. Mechanický rozbor materiálu — kukuřičná drť (CCM) — Mechanical analysis of the material — corn cob meal (CCM)

Délka částic [mm]	0–2	2–4	4–6	6–8	8–10	10–12	nad 12
Hmotnostní zastoupení v třídách [%]	21,5	9,9	32,9	13,8	12,4	4,4	4,9

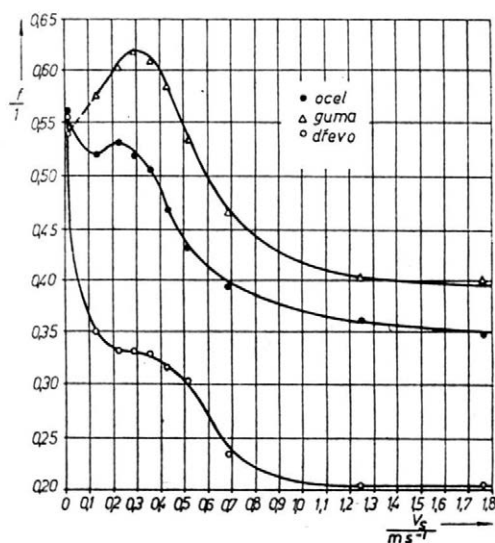
IV. Průměrné hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli, gumě a dřevu pro různé rychlosti smyku — The average values of the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with steel, rubber and wood and for different shearing velocities

Rychlost [m.s ⁻¹]	Součinitel smykového tření f		
	kluzná podložka		
	ocel	guma	dřevo
0,000	0,559 ± 0,0073	0,540 ± 0,0076	0,558 ± 0,0053
0,132	0,520 ± 0,0074	0,575 ± 0,0068	0,350 ± 0,0045
0,220	0,527 ± 0,0083	0,603 ± 0,0074	0,332 ± 0,0060
0,286	0,521 ± 0,0094	0,619 ± 0,0091	0,332 ± 0,0044
0,360	0,506 ± 0,0068	0,611 ± 0,0059	0,329 ± 0,0046
0,425	0,459 ± 0,0049	0,587 ± 0,0043	0,316 ± 0,0049
0,513	0,432 ± 0,0020	0,535 ± 0,0048	0,305 ± 0,0051
0,682	0,392 ± 0,0052	0,465 ± 0,0039	0,235 ± 0,0036
1,246	0,363 ± 0,0019	0,401 ± 0,0022	0,209 ± 0,0027
1,759	0,346 ± 0,0018	0,400 ± 0,0018	0,207 ± 0,0019

VÝSLEDKY

HODNOTY SOUČINITELE TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRTE (CCM) NA OCELI, GUMĚ A DŘEVU V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI SMÝKÁNÍ

Výsledky měření jsou uvedeny v tab. IV a průběh závislosti součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na rychlosti smyku je znázorněn na obr. 3.



3. Závislost součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na rychlosti smyku po oceli, gumě a dřevu — The dependence of the shearing friction coefficient of corn cob meal (CCM) on shearing velocity on steel, rubber and wood

V. Hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání — The values of the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with steel, as depending on shearing velocity and time

Pořadové číslo	Rychlost smýkání V'_s	Doba smýkání τ'_s	Průměrná hodnota součinitele tření $\bar{f}$	Hodnota součinitele smykového tření vypočtená z regresní rovnice f'
1	-1	-1	0,549 ± 0,0074	0,5484
2	1	-1	0,524 ± 0,0082	0,5234
3	-1	1	0,534 ± 0,0068	0,5417
4	1	1	0,510 ± 0,0084	0,5171
5	-2	0	0,547 ± 0,0048	0,5047
6	2	0	0,497 ± 0,0053	0,4910
7	0	-2	0,525 ± 0,0047	0,5232
8	0	2	0,520 ± 0,0038	0,5102
9	0	0	0,545 ± 0,0029	0,5490
10	0	0	0,546 ± 0,0042	0,5490
11	0	0	0,547 ± 0,0051	0,5490

HODNOTY SOUČINITELE SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRTĚ (CCM) NA OCELI V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI A DOBĚ SMÝKÁNÍ

Průměrné hodnoty smykového tření kukuřice (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání jsou uvedeny v tab. V. Na jejich základě byla vypočtena regresní rovnice ve tvaru

$$f' = 0,549 - 1,242 \cdot 10^{-2} V'_s - 0,325 \cdot 10^{-2} \tau'_s + 0,111 \cdot 10^{-3} V'_s \tau'_s - 8,287 \cdot 10^{-3} V'^2_s - 8,065 \cdot 10^{-3} \tau'^2_s \quad [13]$$

korelační koeficient $r = 0,948$

$$F = 35,49 > F_{0,01} (2,8) = 8,65$$

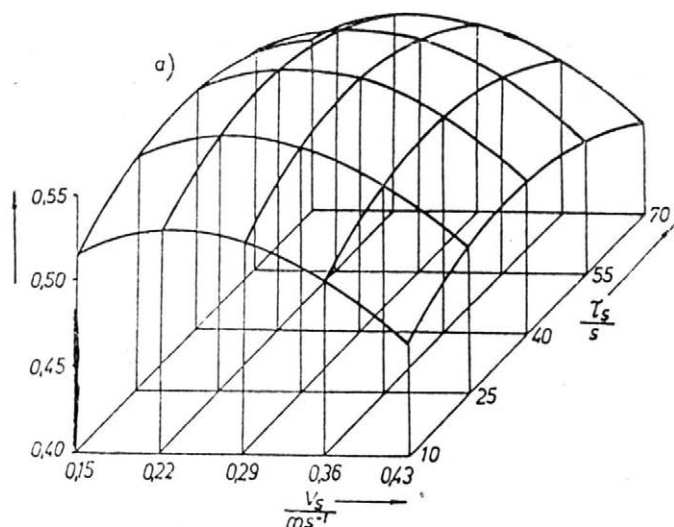
Teoretické hodnoty $\{f'\}$ součinitele smykového tření, vypočítané z rovnice (13), jsou uvedeny v tab. V.

Upravená regresní rovnice popisující součinitel smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání má tvar:

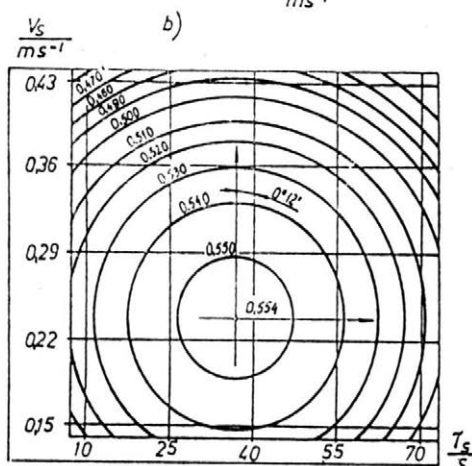
$$f = 0,538 + 0,799 V_s + 0,262 \cdot 10^{-2} \tau_s + 0,106 \cdot 10^{-3} V_s \tau_s - 16\,912,245 \cdot 10^{-4} V_s^2 - 0,036 \cdot 10^{-3} \tau_s^2 \quad [14]$$

Rovnice (14) platí pro rozsah rychlosti 0,15 až 0,43 m.s⁻¹ a dobu smýkání 10 až 70 s.

Změny hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání jsou znázorněny na obr. 4. Obr. 4a je nakreslen na základě rovnic (13) a (14).



4. Změny hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání (a — prostorové znázornění; b — graf v podobě izochar) — Changes in the values of the shearing friction coefficient of corn cob meal (CCM) on steel surfaces, as depending on shearing velocity and time (a — spatial representation, b — diagram based on isolines)



Průběh izochar součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na oceli v závislosti na rychlosti a době smýkání znázorňuje obr. 4b. Základem jeho vypracování je kanonický tvar rovnice (13).

Kanonický tvar rovnice (13) má podobu

$$f' - 0,554 = -8,278 \cdot 10^{-3} V_s'^2 - 8,065 \cdot 10^{-3} \tau_s'^2 \quad (15)$$

posun středu souřadnic po ose $V_s' = -0,751$

posun středu souřadnic po ose $\tau_s' = -0,206$

otočení souřadnic o úhel $\alpha_k = 0^\circ 12'$

HODNOTY SOUČINITELE SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRŤE (CCM) NA GUMĚ V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI A DOBĚ SMÝKÁNÍ

Průměrné hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na gumě odpovídající konkrétnímu uspořádání faktorů a hodnoty f' vypočtené z regresní rovnice jsou uvedeny v tab. VI.

VI. Hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na gumě v závislosti na rychlosti a době smýkání — The values of the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with rubber, as depending on shearing velocity and time

Pořadové číslo	Rychlost smýkání V'_s	Doba smýkání τ'_s	Průměrná hodnota součinitele tření $\bar{f}$	Hodnota součinitele smykového tření vypočtená z regresní rovnice f'
1	-1	-1	$0,617 \pm 0,0073$	0,6166
2	1	-1	$0,628 \pm 0,0069$	0,6368
3	-1	1	$0,620 \pm 0,0043$	0,6259
4	1	1	$0,627 \pm 0,0057$	0,6416
5	-2	0	$0,595 \pm 0,0081$	0,5831
6	2	0	$0,608 \pm 0,0052$	0,5977
7	0	-2	$0,610 \pm 0,0029$	0,6132
8	0	2	$0,626 \pm 0,0079$	0,6246
9	0	0	$0,638 \pm 0,0036$	0,6428
10	0	0	$0,636 \pm 0,0054$	0,6428
11	0	0	$0,636 \pm 0,0034$	0,6428

Regresní rovnice závislosti součinitele smykového tření na rychlosti smyku V'_s a době smýkání τ'_s má tvar:

$$f' = 0,6428 + 3,667 \cdot 10^{-3} V'_s + 2,833 \cdot 10^{-3} \tau'_s - 0,444 \cdot 10^{-3} V'_s \tau'_s - 1,324 \cdot 10^{-2} V'^2_s - 5,974 \cdot 10^{-3} \tau'^2_s \quad (16)$$

korelační koeficient $r = 0,999$

$$F = 1997 > F_{0,01}(2,8) = 8,65$$

Upravená regresní rovnice (16) má tvar (17) a platí pro rozsah rychlosti smýkání $V_s = 0,15$ až $0,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a rozsah doby smýkání $\tau_s = 20$ až 100 s :

$$f = 0,525 + 505,468 \cdot 10^{-3} V_s + 1,084 \cdot 10^{-3} \tau_s - 0,317 \cdot 10^{-3} V_s \tau_s - 748,367 \cdot 10^{-3} V_s^2 - 0,007 \cdot 10^{-3} \tau_s^2 \quad (17)$$

Závislost součinitele smykového tření na gumě pro rozsah rychlosti smyku $V_s = 0,15$ až $0,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a rozsah doby smýkání $\tau_s = 20$ až 100 s je znázorněna na obr. 5.

Regresní rovnice (16), upravená na kanonický tvar, má podobu:

$$f' - 0,6434 = -13,248 \cdot 10^{-3} V'^2_s - 5,966 \cdot 10^{-3} \tau'^2_s \quad (18)$$

posun středu souřadnic po ose $V'_s = 0,1346$

posun středu souřadnic po ose $\tau'_s = 0,2318$

otočení souřadnic $\alpha_k = 1^\circ 45'$

VII. Hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na dřevu v závislosti na rychlosti a době smýkání — The values of the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with wood, as depending on shearing velocity and time

Pořadové číslo	Rychlost smyku V'_s	Doba smýkání τ'_s	Průměrná hodnota součinitele tření $\bar{f}$	Hodnota součinitele tření vypočtená pomocí regresní rovnice f'
1	-1	-1	0,380 ± 0,0053	0,4019
2	1	-1	0,361 ± 0,0065	0,3631
3	-1	1	0,330 ± 0,0049	0,3395
4	1	1	0,278 ± 0,0076	0,2859
5	-2	0	0,406 ± 0,0047	0,3951
6	2	0	0,303 ± 0,0039	0,3028
7	0	-2	0,430 ± 0,0080	0,4259
8	0	2	0,287 ± 0,0063	0,2862
9	0	0	0,352 ± 0,0028	0,3428
10	0	0	0,354 ± 0,0042	0,3428
11	0	0	0,353 ± 0,0051	0,3428

HODNOTY SOUČinitele SMYKOVÉHO TŘENÍ KUKUŘIČNÉ DRTE (CCM) NA DŘEVU V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI A DOBĚ SMÝKÁNÍ

Průměrné hodnoty součinitele smykového tření (CCM) na dřevu, odpovídající konkrétnímu uspořádání faktorů, a hodnoty f' , vypočtené z regresní rovnice, jsou uvedeny v tab. VII.

Regresní rovnice závislosti součinitele smykového tření na rychlosti a době smýkání, vypočtená na základě dat z tab. VII, má tvar:

$$f' = 342,777 \cdot 10^{-3} - 23,083 \cdot 10^{-3}V'_s - 34,916 \cdot 10^{-3}\tau'_s - 3,667 \cdot 10^{-3}V'_s\tau'_s + 1,546 \cdot 10^{-3}V_s'^2 + 3,324 \cdot 10^{-3}\tau_s'^2 \quad (19)$$

korelační koeficient $r = 0,975$

$$F = 77,01 > F_{0,01}(2,8) = 8,65$$

Upravená rovnice (19) platí pro rychlosti $V_s = 0,15$ až $0,43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a dobu smýkání $\tau_s = 15$ až 75 s , má tvar:

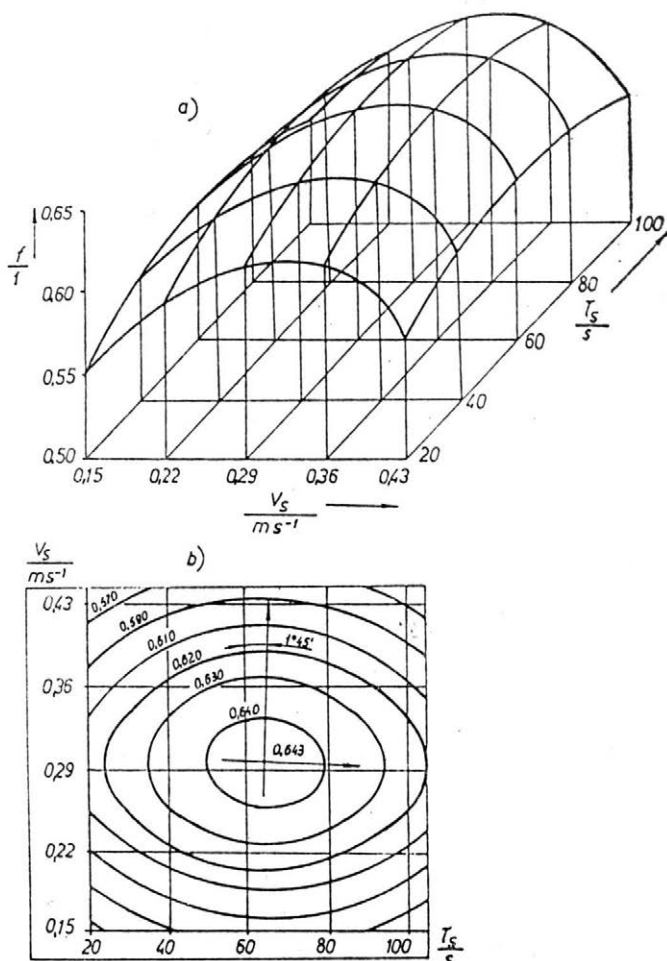
$$f = 0,554 - 355,595 \cdot 10^{-3}V_s - 26,449 \cdot 10^{-4}\tau_s - 349,238 \cdot 10^{-5}V_s\tau_s + 31,551 \cdot 10^{-2}V_s^2 + 0,147 \cdot 10^{-4}\tau_s^2 \quad (20)$$

Závislost součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na dřevu na rychlosti a době smýkání je znázorněna na obr. 6.

Regresní rovnice (19), upravená na kanonický tvar, má podobu:

$$f' + 0,5873 = 0,397 \cdot 10^{-3}V_s'^2 + 4,472 \cdot 10^{-3}\tau_s'^2 \quad (21)$$

5. Změny hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na gumě v závislosti na rychlosti a době smýkání (a — prostorové znázornění, b — graf v podobě izochar) — The changes in the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with rubber, as depending on shearing velocity and time (a — spatial representation, b — diagram on the basis of isolines)



posun středu souřadnic po ose $V_s' = 39,59$

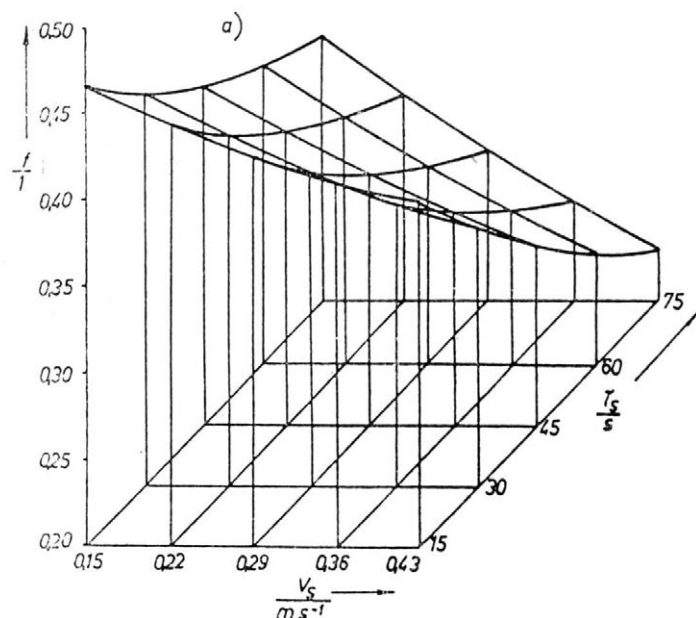
posun středu souřadnic po ose $\tau' = 27,03$

otočení souřadnic o úhel $\alpha_k = 32^\circ 04'$

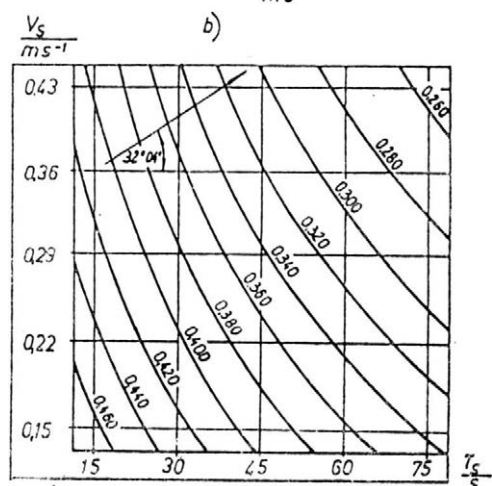
DISKUSE A ZÁVĚR

Z grafů závislosti součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na rychlosti smyku a době smýkání jsou vidět výrazná maxima pro podložky z oceli a gumy [obr. 4–6].

Při smýkání na ocelové podložce má součinitel smykového tření maximální hodnotu $f \sim 0,554$ při rychlosti smyku $V_s = 0,18$ až $0,29$ m. s⁻¹ a při době smýkání $\tau_s = 25$ až 50 s. Při smýkání na gumové podložce je maximální hodnota součinitele smykového tření $f \sim 0,643$ při rychlosti smyku $V_s = 0,25$ až $0,32$ m. s⁻¹ a při době smýkání $\tau_s = 50$ až 80 s. Při smýkání kukuřičné drtě (CCM) na dřevu s růstem rychlosti smyku a času smýkání hodnota součinitele smykového tření klesá [obr. 3 a 6].



6. Změny hodnoty součinitele smykového tření kukuřičné drtě (CCM) na dřevu v závislosti na rychlosti a době smýkání (a — prostorové znázornění, b — graf v podobě izočar) — The changes in the shearing friction coefficient for corn cob meal (CCM) in contact with wood, as depending on shearing velocity and time (a — spatial representation, b — diagram on the basis of isolines)



Z obr. 3 je vidět, že křivky hodnot součinitele smykového tření na oceli a gumě po přechodu maxima klesají s rostoucí rychlostí smyku. Poměrně slabou tendenci k získání extrémní hodnoty, tj. maxima, má při rychlosti $V_s = 0,22$ až $0,286 \text{ m.s}^{-1}$ také křivka závislosti součinitele smykového tření na rychlosti na dřevěné podložce.

Z obr. 3 je dále patrné, že kromě maximálních hodnot součinitele smykového tření vystupují také minima. Týká se to zvláště smýkání na ocelové podložce, kde minimum je poměrně výrazné při rychlosti smyku $V_s \sim 0,132 \text{ m.s}^{-1}$. Je pravděpodobné, že v případě smýkání na gumové podložce by mělo minimum vystoupit pro rychlost smyku v rozmezí $V_s = 0$ až $0,132 \text{ m.s}^{-1}$. Z technických důvodů nebyly měřeny hodnoty součinitele smykového tření pro tento rozsah rychlosti.

Vysvětlit získané závislosti je velmi obtížné. Je možné předpokládat, že mimo jiné vlivy jsou zde dva momenty, které se sčítají a pak udávají křivkám základní charakter. Jsou to:

- pokles součinitele smykového tření se stoupající rychlostí smyku a doby smýkání,
- působení poměrů blízkých kapalinovému tření, vzhledem k poměrně vysoké vlhkosti kukuřice (CCM).

V závěru lze konstatovat, že při konstrukci zemědělských strojů nebo zařízení, které pracují s kukuřičnou drtí (CCM), je energeticky nejvýhodnější pro klouzáni tohoto materiálu na ocelovém, gumovém a dřevěném povrchu volit rychlost v mezích možností co největší, a to větší než $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Použijí-li se k dopravě kukuřičné drtě zařízení přenášející materiál bez relativního pohybu (např. pomocí pryžových pásových dopravníků), je energeticky nejvýhodnější zvolit rychlost posuvu pásu kolem $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Literatura

- FIALA, J.: Tření zemědělských materiálů. Zeměd. Techn., 1965, č. 4, s. 206-219.
 KÁBA, B.: Statistika. Praha, SPN 1980. 312 s.
 MELNIKOVA, S. V.: Planirovanije experimenta v issledovanijach sel'skochozjajstvennyh processov. Leningrad, Kolos 1980. 168 s.
 MÓJTA, K.: Technické postupy konzervace a skladování krmiv. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1987, 181 s. — Vysoká škola zemědělská.

Došlo dne 15. 12. 1987

МОЙТА, К. (Сельскохозяйственный институт, Прага — Академия техники и сельского хозяйства в Будгоще): **Определение коэффициента сдвигового трения кукурузной мели на стали, резине и дереве.** Земед. Techn., 34, 1988 (5) : 279-292.

В работе приведены результаты измерения коэффициента сдвигового трения кукурузной мели (CCM) на скользистых подкладках из стали, резины и дерева. Из эксперимента вытекает, что коэффициент сдвигового трения в зависимости от скорости и времени скольжения для отдельных типов скользящих подкладок не является константным. В случае скольжения на стали и резине имеет влияние скорости и времени скольжения. На стальной подкладке коэффициент сдвигового трения кукурузной мели (CCM) имеет максимальное значение $f \sim 0,554$ при скорости скольжения $V_s = 0,18-0,29 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и при времени скольжения $\tau_s = 25-50 \text{ с}$. На резиновой подкладке максимальное значение коэффициента сдвигового трения $f \sim 0,643$ проявляется при скорости сдвига $V_s = 0,25-0,32 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и при периоде скольжения $\tau_s = 50-80 \text{ с}$. После перехода максимума с ростом скорости и времени скольжения значения коэффициента сдвигового трения колеблются. При скольжении кукурузной мели (CCM) на деревянной подложке с ростом скорости и времени скольжения значения коэффициента сдвигового трения в данном размахе измерений падают. При скоростях над $1,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ уже на подкладках из стали, резины и дерева значения коэффициента сдвигового трения выразительно не меняются.

трибометр; скорость скольжения; период скольжения; кукурузная мель CCM

МОЙТА, К. (University of Agriculture, Praha — Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy): **Determination of the Shearing Friction Coefficient of Corn Cob Meal on Steel, Rubber and Wood Supports.** Земед. Techn., 34, 1988 (5) : 279-292.

The shearing friction coefficient of corn cob meal (CCM) in sliding contact with steel, rubber and wood was measured and the results suggest that the shearing friction coefficient, depending on shearing velocity and time, is not constant for any of the three surfaces with which the corn cob meal is in contact. The influ-

ence of shearing velocity and time grows at the beginning when CCM is sliding on steel and rubber surfaces. On the steel surfaces the shearing friction coefficient of CCM reaches its maximum value for $f \sim 0.554$ at the shearing velocity (V_s) of 0.18 to 0.29 m per second and at the shearing time (τ_s) of 25 to 50 s. On rubber surfaces the maximum shearing friction coefficient $f \sim 0.643$ is recorded at $V_s = 0.25$ to 0.32 m per second and at $\tau_s = 50$ to 80 s. Having passed the maximum, the values of the shearing friction coefficient decline with increasing shearing velocities and with time. When CCM slides on wood, the values of shearing coefficients decrease — within the given range of measurement — with increasing shearing velocities and time. At velocities above 1.2 m per second the values of the shearing friction coefficient for CCM on steel, rubber, and wood surfaces remain more or less unchanged.

tribometer; shearing velocity; shearing time; corn cob meal (CCM)

MÓJTA, K. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha — Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy /Polen/): *Ermittlung des Gleitreibungskoeffizienten von Maismahlgut auf Stahl, Gummi und Holz*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (5) : 279-292.

In der Arbeit werden Ergebnisse von Messungen der Gleitreibung von Maismahlgut (CCM) auf gleitfähigen Unterlagen aus Stahl, Gummi und Holz angeführt. Aus dem Experiment geht hervor, daß der Gleitreibungskoeffizient in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit und -dauer für die einzelnen Typen der Gleitunterlagen nicht konstant ist. Bei der Schubbewegung auf Stahl und Gummi weist die Auswirkung der Geschwindigkeit und der Dauer dieser Bewegung anfangs ansteigende Tendenz auf. Auf einer Stahlunterlage beträgt der Maximalwert des Gleitreibungskoeffizienten des Maismahlguts $f \sim 0.554$ bei einer Schubgeschwindigkeit von $V_s = 0.18$ bis $0.29 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ und Schubdauer $\tau_s = 25$ bis 50 s . Auf einer Gummiunterlage kommt der maximale Wert des Gleitreibungskoeffizienten $f \sim 0.643$ bei einer Schubgeschwindigkeit $V_s = 0.25$ bis $0.32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ und Schubdauer $\tau_s = 50$ bis 80 s zum Ausdruck. Nach dem Durchgang des Maximums gehen die Werte des Gleitreibungskoeffizienten mit dem Anstieg der Schubgeschwindigkeit und -dauer zurück. Bei der Schubbewegung des CCM-Maismahlguts auf einer Holzunterlage sinken die Werte des Gleitreibungskoeffizienten mit dem Anstieg der Schubgeschwindigkeit und -dauer im gegebenen Meßbereich. Bei Geschwindigkeiten über $1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ändern sich die Werte des Gleitreibungskoeffizienten auf Unterlagen aus Stahl, Gummi und Holz nicht mehr wesentlich.

Tribometer; Schubgeschwindigkeit; Schubdauer; CCM-Maismahlgut

Adresa autora:

Ing. Krzysztof Mójta, Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát

VÝSLEDKY LABORATORNÍHO HODNOCENÍ TRYSEK POSTŘIKOVAČŮ URČENÝCH K OCHRANĚ ROSTLIN

K. Trunečka

TRUNEČKA, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Výsledky laboratorního hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 293-307.

Práce se zabývá laboratorním hodnocením vybraných hydraulických trysek plošných postřikovačů používaných na ochranu rostlin v našem zemědělství. Při zjišťování technických a kvalitativních ukazatelů jsou využity jednotné měřicí metody a postupy. U hodnocených trysek bylo nejlepších výsledků dosaženo u trysek ALBUZ APG 110 V. Tyto trysky se vyznačovaly vysokou přesností provedení a vhodnou volbou materiálů k výrobě dílů. V kvalitativních ukazatelích splňují všechny agrotechnické požadavky. Výborná je rovnoměrnost rozptýlu v příčném záběru trysky, vyjádřená pro pracovní výšku 0,5 m variačním koeficientem 7,35 %. Zpětné ventily a filtry u těchto trysek snižují průtočnost v průměru o 5 %. Štěrbínové trysky DHSZ 023-3 byly podle doporučení výrobce zkoušeny při pracovních tlacích nižších než trysky ALBUZ APG 110 V. Splňují požadavky především u rovnoměrnosti rozptýlu a přesnosti dávkování. Nárazové trysky č. 600 patří k tryskám s velmi širokým úhlem rozptýlu a se značnou průtočností. Nesplňují vytkené požadavky pro nevhodné složení postřikového spektra. Nerovnoměrnost rozptýlu dosáhla hodnoty přes 20 %. Také u vířivých trysek Ø 1,7 mm je hodnocení negativní. Z poznatků, k nimž jsme dospěli při hodnocení různých typů trysek, jsou uvedeny závěry pro praktické využití. Mezi ně patří především doporučení, aby pro plošnou pozemní aplikaci pesticidů byly používány trysky štěrbínové.

zkoušky trysek; trysky štěrbínové, nárazové, vířivé; funkční test; kvalitativní ukazatele; minutová dávka (průtočnost) trysek; úhel rozptýlu; rovnoměrnost rozptýlu; postřikové spektrum; velikost kapek; střední početní průměr; střední objemový průměr; tryska úplná

U strojů na ochranu rostlin patří trysky mezi nejdůležitější části. Výrobou zemědělských trysek se ve světě zabývá několik specializovaných výrobců. V rámci členských států RVHP jsou postřikovací trysky pro pozemní techniku vyráběny v MLR, NDR a PLR. Některé typy jsou k nám dováženy i z kapitalistických zemí.

Výběr vhodného typu a správná funkce trysek má rozhodující vliv na kvalitu nánosu postřikové kapaliny na ošetřovanou plochu. V tomto příspěvku vzájemně porovnáváme vybrané typy trysek a určujeme oblasti jejich vhodného použití na základě ukazatelů charakterizujících kvalitu jejich práce.

MATERIÁL A METODY

Pro laboratorní hodnocení trysek postřikovačů je použito jednotných metodických postupů (Trunečka, 1988). Vedle požadavků na technické parametry trysek zahrnuje metodika i postupy pro stanovení údajů pro celkové hodnocení

vybraných typů trysek. Dosažené hodnoty kvalitativních ukazatelů jsou porovnávány mimo jiné s požadavky uvedenými v kartách požadavků Soustavy strojů pro komplexní mechanizaci čs. zemědělství (1984).

OBECNÉ ÚDAJE O ZKOUŠENÝCH TRYSKÁCH

Štěrbínová tryska Albuz 110 V — zelená

Druh a typ: hydraulická štěrbinová

Určení: plošný postřik

Označení: Albuz APG 110 V — zelená

Výrobce: fa ALBUZ, Francie

Charakteristika: tryska úplná je tvořena držákem trysky, upevňovacím třmenem, štěrbinovou tryskou, kuličkovým zpětným ventilem s filtrem a těsněním.

Doporučení výrobce: rozteč trysek 500 mm, pracovní výška 500 mm, pracovní tlak 0,1 až 1,0 MPa.

Různé: tryskami Albuz jsou vybaveny např. postřikovače ORC 1001 a ORC 2000 vyráběné v PLR, postřikovač fy Allaeys z Belgie a další;
— vlastní trysky a zpětné ventily jsou dováženy z Francie;
— pro testování byly vybrány tři kompletní nové trysky dodané s polskými postřikovači.

Nárazová tryska Pralldüse č. 600

Druh a typ: hydraulická nárazová

Určení: plošný postřik

Označení: PRALLDÜSE 600

Výrobce: VEB BBG Lipsko, NDR

Charakteristika: širokozáběrová tryska se skládá z držáku, nárazové trysky, síťového filtru, těsnicího kroužku a přesuvné matice. Tryska není vybavena zpětným ventilem.

Doporučení výrobce: pracovní tlak do 0,15 MPa, rozteč trysek na rámu 1700 mm.

Různé: nárazovými tryskami byly vybavovány postřikovače S-033 a S-293 vyráběné v NDR a dovážené do ČSSR;
— do zkoušek byly zařazeny tři úplné, dosud nepoužívané trysky.

Vířivá tryska Ø 1,7 mm

Druh a typ: hydraulická vířivá

Určení: plošný postřik

Označení: Ø 1,7 se šroubovou vířivou vložkou

Výrobce: Zakłady metalowe PILMET, PLR

Charakteristika: úplná tryska je složena z držáku trysky s upevňovacím třmenem, přesuvnou maticí, dávkovací clonou s vířičem se šroubovým jádrem.

Doporučení výrobce: rozteč trysek 500 mm, pracovní tlak 0,5 až 1,5 MPa.

Různé: — popisovanými tryskami jsou vybaveny aplikační rámy postřikovačů ORC 1000 Sleza 3;
— výrobce trysek i strojů je shodný.

Štěrbinová tryska DHSZ 023 — červená

Druh a typ: hydraulická štěrbinová

Určení: postřik

Označení: DHSZ 023-3 — červená

Výrobce: BMG Budapest, MLR

Charakteristika: úplná tryska je alternativně sestavována s použitím držáku s membránovým nebo kuličkovým zpětným ventilem.

Dalšími díly jsou štěrbinová tryska, filtr, těsnění a přesuvná matice.

Doporučení výrobce: rozteč trysek 500 a 562,5 mm, pracovní tlak 0,1 až 0,4 MPa.

Různé: — tryskami DHSZ 023 jsou vybaveny aplikační rámy postřikovačů řady Kertitox z MLR;

— pro hodnocení byly zvoleny tři trysky v provedení s kuličkovým zpětným ventilem.

VÝSLEDKY

VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Při funkčním testu trysek bylo k měření použito rozmezí pracovních tlaků vody 0,1 až 1,0 MPa při úplných tryskách. Pouze při ověřování vlivu zpětných ventilků na minutovou dávku a výstřikový úhel byly příslušné části měření uskutečněny s tryskami bez ventilků. Při pracovním tlaku 0,6 MPa nebo 0,2 MPa jsou vyhodnocovány rovnoměrnost dávkování trysek, rovnoměrnost rozptylu a velikost kapek. Rovnoměrnost rozptylu v příčném záběru byla měřena při výšce trysky 500 mm nad měřicím stolem s roztečí žlabů 100 mm. Složení postřikového spektra bylo hodnoceno přímým měřením minimálně 500 částic zachycených v metylsilikonovém oleji o kinematické viskozitě $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

I. Dávkování trysek Albuz APG 110 V — Proportioning in the Albuz APG 110 V nozzles

Pracovní tlak [MPa]	Průtočnost [$\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$]							
	tryska s ventilkem				tryska bez ventilku			
	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0,1	980	980	960	973	1060	1060	1030	1050
0,2	1330	1330	1320	1327	1420	1420	1400	1413
0,4	1830	1830	1810	1823	1920	1920	1900	1913
0,6	2230	2230	2210	2223	2320	2330	2310	2320
0,8	2560	2560	2540	2553	2700	2690	2670	2687
1,0	2820	2820	2800	2813	2940	2940	2910	2930
Průměrná průtočnost				1952	2052,17			
Změna průtočnosti				100 %	104,88 %			
Nerovnoměrnost průtočnosti [%]				0,52	0,43			

IV. Složení postřikového spektra trysky Albuz APG 110 V při pracovním tlaku 0,6 MPa — The spray spectrum of the Albuz APG 110 V nozzle at the working pressure of 0.6 MPa

Velikostní intervaly [μm]	Zastoupení částic		Celkový objem částic		Součet 0 0
	ks	%	10 ³ μm ³	%	
do 25	6	1,20	5,4	0,00	0,00
25 – 50	18	3,60	516,6	0,01	0,01
51 – 75	21	4,20	2 748,9	0,07	0,08
76 – 100	49	9,80	17 483,2	0,44	0,52
101 – 150	131	26,20	133 960,6	3,38	3,90
151 – 200	84	16,80	235 720,8	5,96	9,86
201 – 250	69	13,80	411 522,9	10,40	20,25
251 – 300	45	9,00	490 014,0	12,38	32,64
301 – 350	26	5,20	467 329,2	11,81	44,45
351 – 400	25	5,00	690 292,5	17,44	61,89
401 – 450	10	2,00	401 945,0	10,15	72,04
451 – 500	9	1,80	505 036,8	12,76	84,80
501 – 550	4	0,80	303 066,0	7,66	92,46
551 – 600	3	0,60	298 623,9	7,54	100,00
Součet	500	100,00	3 958 265,8	100,00	—
Střední početní průměr NMD			191,082 μm		
Střední objemový průměr VMD			342,5 μm		
Zastoupení kapek v rozmezí velikostí:					
	početně (%)		objemově (%)		
do 100 μm	18,80		0,52		
101 – 700 μm	81,20		99,48		
nad 701 μm	0,00		0,00		

Tryska nárazová č. 600 vykazuje rovnoměrnost rozptylu na hranici požadavků ATP, ale složení kapičkového spektra je nevhodné. Jako naprosto nevyhovující se ukazuje použití vířivých trysek $\varnothing$ 1,7 mm se šroubovým vířičem k plošnému postřiku rámem, protože rozptyl se vyznačuje vysokým stupněm nerovnoměrnosti.

U trysek nárazových i vířivých, upevněných na rámu postřikovače, dochází při práci navíc u sousedních trysek k nežádoucím jevům, které testování jednotlivých trysek nemůže postihnout. Výstřikové obrazce rozptýlené kapaliny jsou totiž ovlivňovány sražením a spojováním v místech, kde se kapky protínají. Tím se narušuje rovnoměrnost rozptylu v příčném záběru stroje a tvoří se větší kapky (J e s k e, 1978).

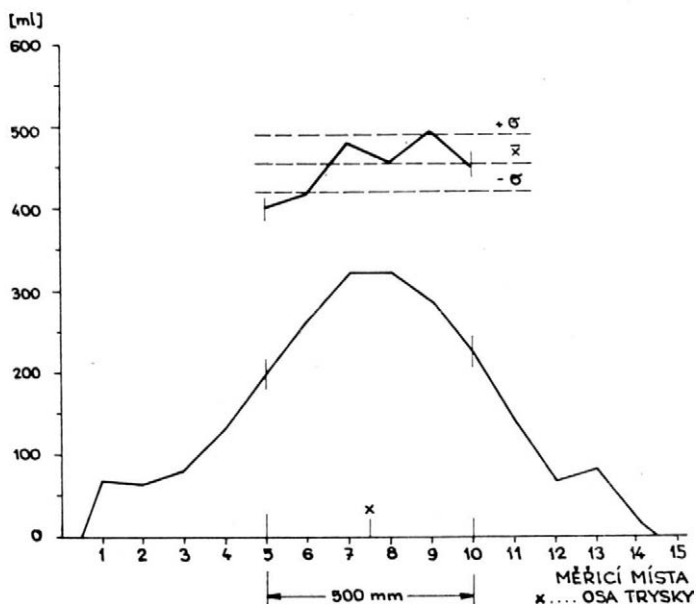
U trysek šterbinových, jejichž výstřikový vějíř je plochý, se tento jev odstraňuje tím, že se trysky nastaví vůči příčné ose aplikačního rámu o 5 až 10° (J e s k e, 1978) nebo o 10 až 15° (firemní literatura, 1985).

V. Funkce zpětného ventilku u trysek Albuz APG 110 V — The function of the check valve in the Albuz APG 110 V nozzles

Tlak kapaliny [kPa]	Popis funkce zpětného ventilku
do 5	uzavřen — těsní
10	odkapává — 100 kapek . min ⁻¹
35	odkapává
50	teče
65	začátek disperze
nad 65	plně otevřen — disperze

VI. Dávkování a úhel rozptylu trysek Pralldüse 600 — Proportioning and scattering angle in the Pralldüse 600 nozzles

Pracovní tlak [MPa]	Průtočnost [ml . min ⁻¹]				Úhel [°]			
	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0,1	3150	3300	3390	3280	155	153	150	153
0,2	4180	4320	4410	4303	157	155	153	155
0,4	5470	5750	5840	5687	159	157	155	157
0,6	6580	6900	7080	6853	161	159	157	159
0,8	7520	7880	8070	7823	163	162	160	162
1,0	8300	8650	8850	8600	166	165	164	165
Směrodatná odchylka		± 253,25 ml		Střední hodnota úhlu		158,5		
Variační koeficient		3,70 %		Absolutní odchylka od $\bar{x}$		+ 6,5 - 5,5		



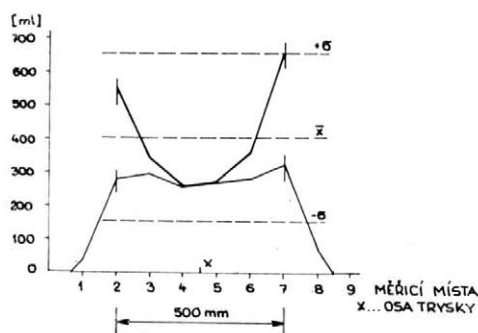
1. Rovnoměrnost rozptylu — tryska Albuz 110 V — Uniformity of distribution — an Albuz 110 V nozzle

VII. Rovnoměrnost rozptýlu trysky Pralldüse 600 — Uniformity of distribution in the Pralldüse 600 nozzle

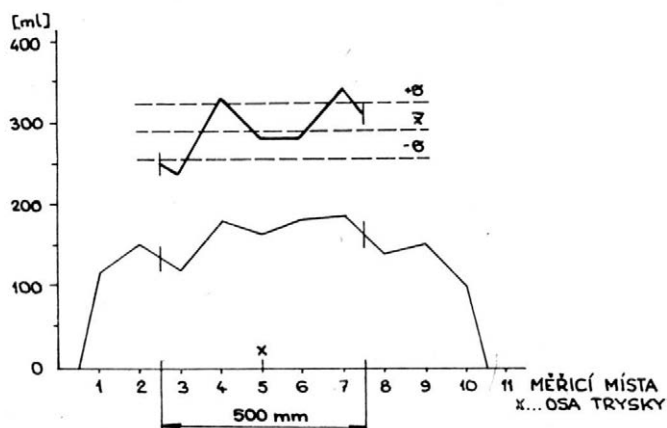
Měřené místo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
voda [ml]	10	20	30	40	30	70	90	80	50	90	100	50	90
Pokračování	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	180	170	230	200	160	210	180	280	360	300	370	380	
Pokračování	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
	330	350	280	170	210	170	220	230	150	130	90	50	
Pokračování	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
	90	70	80	90	80	40	30	30	30	20	10	—	

Výsledky: záběr trysky — celkový 4,8 m
 — pracovní 1,7 m
 střední množství 393 ml
 směrodatná odchylka $\pm 79,43$
 variační koeficient 20,21 %

2. Rovnoměrnost rozptýlu — tryska vířivá $\varnothing 1,7$ mm — Uniformity of distribution — a swirl nozzle 1.7 mm in diameter



3. Rovnoměrnost rozptýlu — tryska DHSZ 023-3 — Uniformity of distribution — a DHSZ 023-3 nozzle



VIII. Dávkování a úhel rozptylu vířivých trysek $\varnothing$ 1,7 mm — Proportioning and the scattering angle in the swirl nozzles 1.7 mm in diameter

Pracovní tlak [MPa]	Průtočnost [ml.min ⁻¹]				Úhel [°]			
	trysky				trysky			
	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0,1	1000	1100	930	1010	67	63	70	67
0,2	1250	1320	1180	1250	70	65	73	69
0,4	1650	1710	1600	1653	74	68	75	72
0,6	1960	2010	1920	1963	78	70	78	75
0,8	2240	2260	2200	2233	81	71	79	77
1,0	2470	2510	2410	2463	82	72	80	78
Průměrná průtočnost		1762		Střední hodnota úhlu		73		
Nerovnoměrnost průtočnosti		1,65 %		Absolutní odchylka		+ 5		
						- 6		

IX. Rovnoměrnost rozptylu vířivé trysky $\varnothing$ 1,7 mm — Uniformity of distribution in the swirl nozzle, 1.7 mm in diameter

Záběr	Měřicí místa									$\bar{x}$
	1	2	3	4	×	5	6	7	8	
	množství vody [ml]									
Celkový	45	280	297	257		273	287	333	73	410
Pracovní		560	342	257		273	360	666		
Směrodatná odchylka				± 251,92						
Variační koeficient				69,29 ‰						

X. Složení postřikového spektra vířivé trysky $\varnothing$ 1,7 mm při tlaku 0,6 MPa — The spray spectrum of the swirl nozzle 1.7 mm in diameter at the pressure of 0.6 MPa

Velikostní skupiny [μ m]	Zastoupení kapek podle	
	počtu [%]	objemu [%]
do 100	30,00	0,66
101 – 700	70,00	99,34
nad 700	—	—
Střední početní průměr NMD		175,7 μ m
Střední objemový průměr VMD		418 μ m

XI. Dávkování a úhel rozptylu šterbinových trysek DHSZ 023-3 — Proportioning and the scattering angle in the DHSZ 023-3 slot nozzles

Pracovní tlak [MPa]	Průtočnost [ml.min ⁻¹]				Úhel [°]			
	tryska				tryska			
	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
0,1	650	655	660	655	85	87	86	86
0,2	830	840	850	840	93	94	95	94
0,3	1035	1045	1040	1040	105	100	103	103
0,4	1170	1190	1180	1180	107	112	108	109
Směrodatná odchylka			±10		Střední hodnota úhlu			90
Variační koeficient			1,19 %		Absolutní odchylka			+11 -12

XII. Složení postřikového spektra nárazové trysky Pralldüse 600 při tlaku 0,6 MPa — The spray spectrum of the Pralldüse 600 impulse nozzle at the pressure of 0.6 MPa

Velikostní skupiny [μ m]	Zastoupení kapek podle	
	počtu [%]	objemu [%]
do 100	4,40	0,01
101 – 700	77,60	28,77
701 – 1500	18,00	71,22
Střední početní průměr NMD		478,8 μ m
Střední objemový průměr VMD		885,0 μ m

XIII. Složení postřikového spektra šterbinové trysky DHSZ 023-3 při tlaku 0,2 MPa — The spray spectrum of the DHSZ 023-3 slot nozzle at the pressure of 0.2 MPa

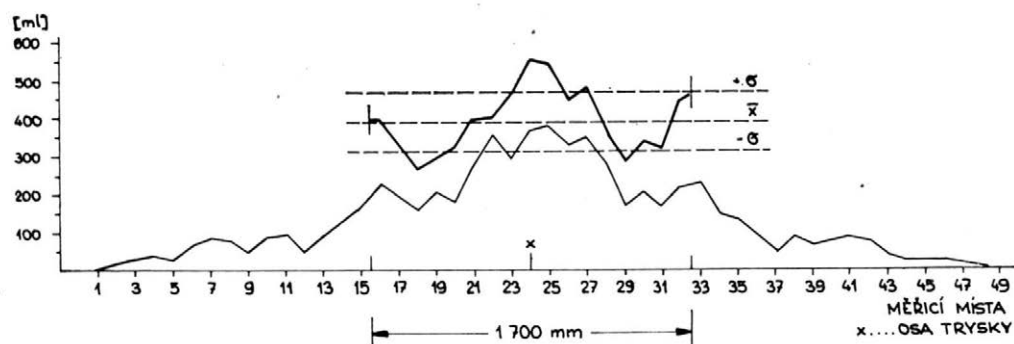
Velikostní skupiny [μ m]	Zastoupení kapek podle	
	počtu [%]	objemu [%]
do 100	45,20	0,47
101 – 700	53,40	71,37
701 – 1000	1,4	28,16
Střední početní průměr NMD		186,3 μ m
Střední objemový průměr VMD		506,0 μ m

XIV. Rovnoměrnost rozptýlu šterbinové trysky DHSZ 023-3 — Uniformity of distribution in the DHSZ 023-3 slot nozzle

Záběr	Měřicí místa											$\bar{x}$
	1	2	3	4	5	×	6	7	8	9	10	
	množství vody [ml]											
Celkový	117	150	120	180	163		183	187	140	153	100	292
Pracovní			240	330	280		283	340	280			
Směrodatná odchylka $\pm 36,94$												
Variační koeficient 12,65 %												

XV. Funkce zpětného ventilu u trysek DHZS 023-3 — The function of the check valve in the DHZS 023-3 nozzles

Tlak kapaliny [kPa]	Popis funkce ventilu (trysky)
do 5	uzavřen — těsní
10	odkapává — 120 kapek $\cdot \text{min}^{-1}$
30	začátek disperze
nad 30	otevřen — disperze



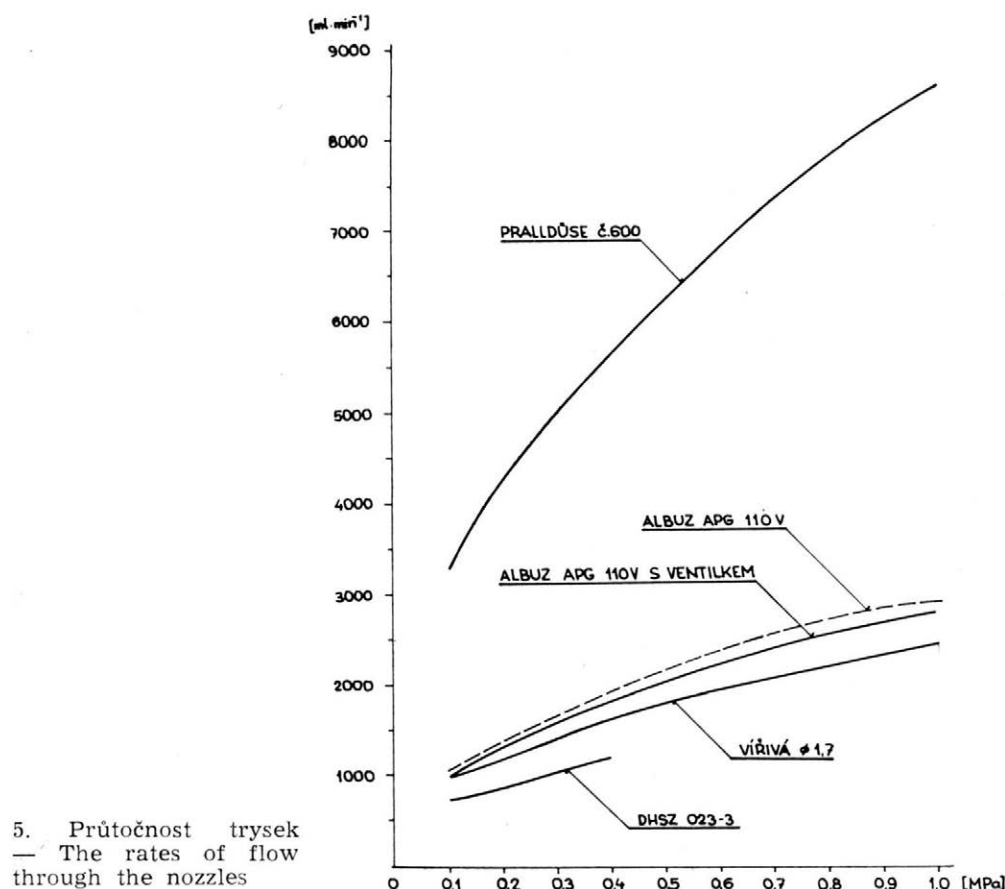
4. Rovnoměrnost rozptýlu — tryska nárazová č. 600 — Uniformity of distribution — impulse nozzle no. 600

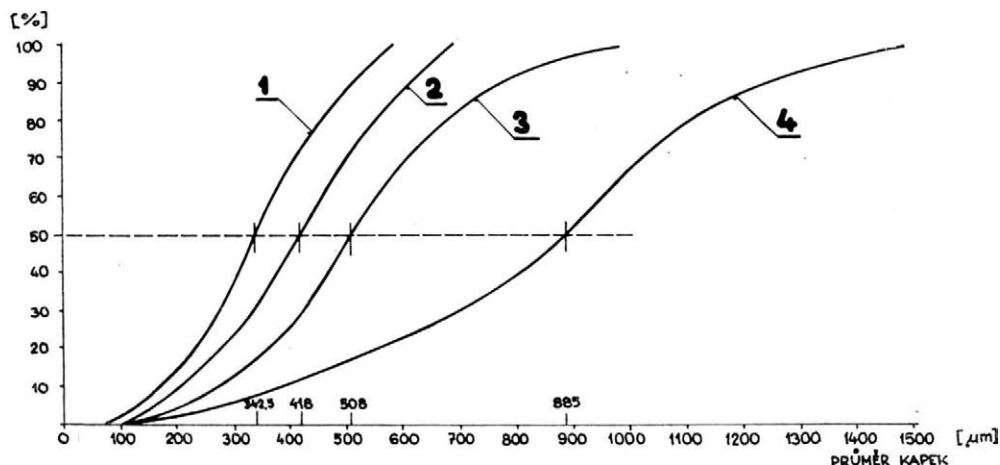
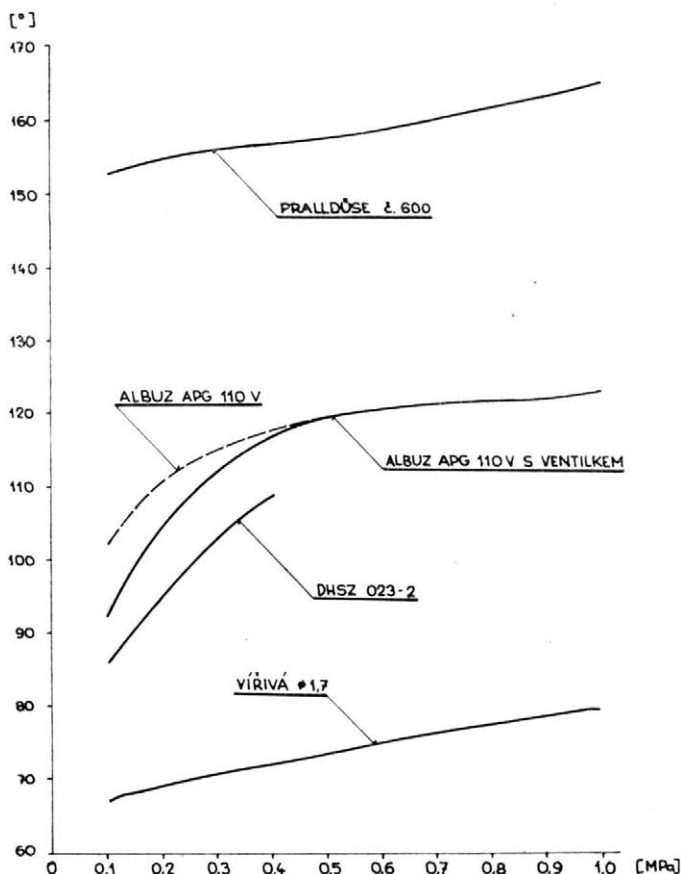
Při testování byl u trysek Albus sledován vliv zpětných ventilků s filtry na průtočnost a na výstřikový úhel. Tento důležitý díl úplné trysky zabezpečuje její správnou funkci tím, že chrání dávkovací otvor před ucpáním mechanickými nečistotami a zabraňuje odkapávání kapaliny po uzavření přívodu. Měření prokázala, že kuličkový ventil s filtrem snižuje průtočnost v průměru o 5 % a výstřikový úhel o 3 až 10°.

DISKUSE

Nároky kladené na funkci trysek se zvyšují se zaváděním aplikací o nižších objemech kapalin. Také výběr postřikovacích trysek byl podřízen tomuto trendu; zabezpečují dávkování v rozsahu 40 až 400 l $\cdot \text{ha}^{-1}$.

Ukazatel	Trysky				
	štěrbinová Albuz APG zelená	nárazová č. 600	vířivá Ø 1,7	štěrbinová DHSZ 023-3 červená	ATP
Rovnoměrnost průtočnosti [%]	0,52	3,70	1,65	1,19	± 5
Výstřikový úhel [°] (absolutní odchylka)	+ 9,0 - 22,0	+ 6,5 - 5,5	+ 5,0 - 6,0	+ 11,0 - 12,0	
Rovnoměrnost rozptylu [%]	7,35	20,21	69,29	12,65	± 20
Postřikové spektrum 100 – 700 µm [%]	99,48	28,77	99,34	71,37	80
NMD [µm]	191,1	478,8	175,7	186,3	
VMD [µm]	342,5	885,0	418,0	508,0	
Funkce zpětného ventilku	vyhovuje	—	—	vyhovuje	za 1 minutu 10 kapek





7. Složení postřikového spektra a stanovení středního objemového úhlu VMD:
1. tryska AlbuZ APG 110 V, pracovní tlak 0,6 MPa, 2. tryska vířivá Ø 1,7 mm, pracovní tlak 0,6 MPa, 3. tryska DHSZ 023-3, pracovní tlak 0,2 MPa, 4. tryska Pralldüse 600, pracovní tlak 0,6 MPa — The spray spectrum and determination of the mean volume angle VMD: 1. AlbuZ APG 110 V nozzle, working pressure 0.6 MPa, 2. swirl nozzle 1.7 mm in diameter, working pressure 0.6 MPa, 3. DHSZ 023-3 nozzle, working pressure 0.2 MPa, 4. Pralldüse 600 nozzle, working pressure 0.6 MPa

Velikost dávky, závislá především na velikosti produkovaných kapek tryskami, by se měla řídit účelem ošetření. Měla by představovat minimální nezbytný objem kapaliny nutný pro požadovanou biologickou účinnost ošetření. Snižováním aplikovaných objemů je možné zvýšit produktivitu práce a snížit provozní náklady.

Funkce trysek, která ve svých důsledcích rozhoduje o ekonomickém efektu postřiku, je podmíněna správnou volbou vhodného typu trysek. Na úrovni výroby postřikovací techniky o ní rozhoduje výrobce, v provozu pak uživatel.

Vývoj trysek se v posledních 20 letech soustřeďuje na trysky zaručující přesnou a kvalitní aplikaci. Dříve často používané vířivé trysky i pro rámy k plošné aplikaci jsou dnes nahrazovány tryskami šterbinovými. Nedostatkem vířivých trysek s dutým výstřikovým kuzelem, jak to ostatně potvrzují i výsledky této práce, je nemožnost dodržet rovnoměrnost rozptýlu v přípustných tolerancích (Zaufall, 1980). Ani trysky Pralldüse 600 nesplňují předpoklady aplikace s nižšími objemy kapaliny, zejména proto, že jejich postřikové spektrum obsahuje kapky o velikosti až 1500 μm .

Zavedení šterbinových trysek s plochým výstřikovým vějířem znamená velký pokrok v kvalitě plošného postřiku (Loison, 1984). Důkazem jsou i výsledky měření trysek Albuz a DHSZ 023, uvedené v této práci. V literatuře (Reiser, 1981; Roberts aj., 1982) se potvrzuje vyhovující rovnoměrnost rozptýlu správně nastavených šterbinových trysek i při naklánění rámu postřikovače.

Technický stav všech dílů úplných trysek se v průběhu používání mění, čímž je ovlivňována kvalita jejich práce. Opotřebením dávkovacích otvorů trysek se projevuje změnami všech ukazatelů, především však zvýšením průtočnosti. Důvodem k vyřazení trysky je odchylka v průtočnosti větší než $\pm 5\%$. Nemusí to však znamenat, že tryska překročila práh životnosti v důsledku opotřebení. Posuzovat je možné jen na základě vyhodnocení naměřených hodnot získaných při laboratorních zkouškách trysek. Trysky částečně opotřebované mohou být po kalibraci dále používány v nově sestavených sadách podle velikosti opotřebení a povolených tolerancí. Kalibrování trysek by mělo být součástí kontrolního testování provozně nasazených postřikovačů (Chládek, 1981).

ZÁVĚR

Zkoušky vybraných typů hydraulických trysek postřikovačů proběhly v laboratorních podmínkách podle jednotných metodik. K vyjádření kvality trysek byly použity ukazatele, pomocí nichž lze prokázat způsobilost trysek k aplikaci nebo odhalit závady a nedostatky mající za následek jejich chybnou činnost. U hodnocených trysek pro pozemní plošnou aplikaci byly nejlepší výsledky u šterbinových trysek Albuz APG 110 V a trysek DHSZ 023-3. Z hodnocení trysek vyplývají nejen poznatky výzkumné, ale i tyto závěry pro praktické využití:

— Na pozemních postřikovačích k plošné aplikaci pesticidů dávat přednost úplným šterbinovým tryskám.

— Šterbinové trysky různých výrobců jsou obvykle konstruovány pro rozteč 500 mm. Ekvivalentní typy a velikosti trysek jsou tedy při osazování celých aplikačních rámců snadno v sadách nahraditelné.

— Trysky částečně opotřebované lze po kontrole základních parametrů sestavit do sad a v rámci povolených tolerancí na postřikovačích nadále používat.

Literatura

- Firemní literatura USA. Agricultural Spray Nozzles and Accessories. Spraying System Co. Katalog 37, 1985. 44 s.
- CHLÁDEK, Z.: Kalibrování postřikovačů na ochranu rostlin. Mechaniz. Zeměd., 31, 1981, č. 1, s. 16-19.
- JESKE, A.: Pflanzenschutztechnik. 1. vydání. Berlin, Akademie-Verlag 1978. 428 s.
- LOISON, M.: Réssir les traitements: une question de doigté. Motor. agric., 1984, č. 70, s. 48-53.
- REISER, E.: Spritztechnik — gewusst wie. Prakt. Landtechn., 34, 1981, č. 4, s. 106-110.
- ROBERTS, H. A. et al.: Weed control handbook: principles. Brit. Crop Protec. rostlin. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 4, s. 215-226.
- Soustava strojů pro komplexní mechanizaci čs. zemědělství — karty požadavků. Praha, FMZVŽ, 16. 11. 1984.
- TRUNEČKA, K.: Laboratorní hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 4, s. 215-226.
- ZAUFALL, F.: Dralldüsen. Landtechn. Zschr., 31, 1980, č. 12, s. 1703.

Došlo dne 25. 6. 1987

TRUNEČKA, K. (Selskochoзяйственный институт, Брно): **Результаты лабораторного оценивания распылительного сопла опрыскивателей предназначенных для защиты растений.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 293-307.

Работа интересуется лабораторной оценкой выбранных гидравлических сопел плоскостных опрыскивателей использованных для защиты растений в нашем сельском хозяйстве. При обеспечении технических и качественных показателей используются единые измерительные единицы и ходы. Из оцениваемых форсунок достигли самых лучших результатов форсунки АЛБУЗ 110 V. Эти сопла отличались высокой точностью проведения с подходящим выбором материалов для производства деталей. В качественных показателях выполняют все агротехнические требования. Отличной является равномерность распыливания в поперечном захвате форсунки, выраженная для рабочей высоты 0,5 м коэффициентом вариации 7,35 %. Обратные вентили и фильтры у этих форсунок понижают пропускную способность в среднем на 5 %. Щелевые форсунки ДГСЗ 023-3 были по предложению производителя испытываемы при рабочих давлениях более низких, чем форсунки АЛБУЗ АПГ 110 V. Выполняют требования прежде всего у равномерности дисперсии и точности дозирования. Ударные форсунки № 600 принадлежат к форсункам с очень широким углом дисперсии и со значительной пропускной способностью. Не выполняют намеренные требования для неподходящего сложения опрыскиваемого спектра. Неравномерность дисперсии достигла значения выше 20 %. Также и у крутящихся форсунок диаметр, которых 1,7 мм оценивается негативно. Из познаний, к которым мы прибегли при оценке разных типов форсунок, приводятся заключения для практического использования. К ним следует отнести прежде всего рекомендации, чтобы для плоскостного наземного применения пестицидов использовались щелевые форсунки.

испытания Форсунок; форсунки щелевые, ударные форсунки, крутящиеся форсунки; функциональный тест; качественные показатели; минутная поставка (пропускная способность) форсунок; угол дисперсии; спектр опрыскивания; диаметр капель; средний расчетный диаметр; средний объемный диаметр; полная форсунка

TRUNEČKA, K. (University of Agriculture, Brno): *The Results of Laboratory Tests with Sprinkler Nozzles in Plant Protection.* Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 293-307.

Selected hydraulic nozzles, used for areal spraying in plant protection programmes in Czechoslovak agriculture, were subjected to laboratory evaluation. Unified

measuring methods and procedures are used to determine the technical characteristics and quality parameters. Of all the nozzles evaluated, the best results were obtained with the ALBUZ APG 110 V nozzles. They are characterized by a high accuracy of make and its parts were made from optimum materials. As for quality, these nozzles meet all agrotechnical requirements. They have an excellent uniformity of distribution (within their transversal working width), expressed by the variation coefficient of 7.35 % for the working height of 0.5 m. Their check valves and filters reduce the flow rate by 5 %, on an average. The DHSZ 023-3 slot valves were tested — as recommended by the manufacturer — at working pressures lower than those used in the tests with the ALBUZ APG 110 V nozzles. They meet the requirements for the uniformity of distribution and accuracy of dosage. Impulse nozzles no. 600 have a wide scattering angle and a high flow rate. Their spray spectrum fails to meet the requirements. The spray liquid is distributed irregularly (irregularity above 20 %). It is also in the swirl nozzles 1.7 mm in diameter that the evaluation is negative. Conclusions for practical use are drawn from the findings obtained during the evaluation of the various types of nozzles. These include, in particular, the recommendation to use slot nozzles for areal ground application of pesticides.

tests with nozzles; slot nozzles; impulse nozzles; swirl nozzles; functional tests; quality parameters; water amount per minute (flow rate); scattering angle; spray spectrum; droplet size; mean number; mean diameter; complete nozzle

TRUNEČKA, K. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Ergebnisse von Laborbewertungen von für den Pflanzenschutz bestimmten Spritzgerätdüsen*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (5) : 293-307.

Die Arbeit befaßt sich mit Laborbewertungen ausgewählter hydraulischer Düsen von in unserer Landwirtschaft für den Pflanzenschutz angewandten Flächenregnern. Zur Ermittlung der technischen und qualitativen Parameter wurden einheitliche Meßmethoden und -vorgänge angewandt. Von den bewerteten Düsen wurden die besten Ergebnisse mit den Düsen ALBUZ APG 110 V verzeichnet. Diese Düsen waren durch eine hohe Genauigkeit der Ausführung und geeignete Wahl der zur Herstellung der Bauelemente angewandten Materialien gekennzeichnet. In bezug auf die qualitativen Parameter entsprechen sie sämtlichen agrotechnischen Anforderungen. Ausgezeichnet ist die Dispersionsgenauigkeit im Querschnitt der Düse, die für eine Arbeitshöhe von 0,5 m durch den Variationskoeffizienten 7,35 % auszudrücken ist. Rückschlagventile und -filter bei diesen Düsen setzen das Durchflußvermögen im Durchschnitt um 5 % herab. Die Schlitzdüsen DHSZ 023-3 wurden, der Empfehlung des Herstellers nach, unter niedrigeren Arbeitsdrücken als die Düsen ALBUZ geprüft. Sie erfüllen die gestellten Ansprüche vor allem in der Gleichmäßigkeit der Dispersion und Genauigkeit der Dosierung. Die Stoßdüsen Nr. 600 gehören zu Düsen mit sehr breitem Dispersionswinkel und mit beträchtlichem Durchflußvermögen. Sie erfüllen die gestellten Anforderungen nicht u. zw. insbesondere in bezug auf das ungünstige Spritzspektrum. Die Ungleichmäßigkeit der Dispersion erreichte Werte von über 20 %. Ebenfalls bei den Kegelstrahldüsen Ø 1,7 mm fiel die Bewertung negativ aus. Aufgrund der im Rahmen der Prüfungen verschiedener Düsentypen gewonnenen Ergebnisse werden Schlußfolgerungen für den praktischen Einsatz angeführt. Dazu gehört vor allem die Empfehlung, für Breitflächenapplikation von Pestiziden Schlitzdüsen anzuwenden.

Düsentests; Schlitzdüsen; Stoßdüsen; Kegelstrahldüsen; Funktionstests; Qualitätsparameter; Minutenmenge (Durchflußvermögen) der Düsen; Streuwinkel; Spritzspektrum; Tropfengröße; mittlerer numerischer Diameter; mittlerer Volumendiameter; vollständige Düse

Adresa autora:

Ing. Karel Trunečka, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 6 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny články:

- J. Maleř: Statická stabilita standardních sklízecích mlátiček
- R. Pawlica: Vícestupňové kombinované sušení kukuřice
- Z. Pastorek: Analýza sušicího procesu s vnitřním zdrojem energie
- V. Čech, H. Mašková, D. Dubnová: Měření vlhkosti pícnin přenosným vlhkoměrem DJ FMT
- Z. Volná: Podniková normativní základna pro oblast zemědělské strojové techniky
- K. Kubín: Mechanismus působnosti gama-záření na hlízy brambor a možnosti jeho využití k retardaci klíčení
- R. Adamovský: Možnosti využití odpadního tepla z jaderných elektráren v zemědělství

MECHANIZÁCIA ZBERU TABAKU

Jednou z úloh poľnohospodársko-potravinárskeho komplexu je znižovať závislosť od odvozu a znižovať devízovú náročnosť. Medzi suroviny, u ktorých sme prevažne odkázaní na dovoz, patrí i tabak. Preto bolo vládny uznesením č. 329/80 uložené zabezpečiť zvýšenie výroby domácich tabakov, ktoré by sa uplatnili pri inovácii tabakových výrobkov. Hlavným cieľom týchto zámerov bolo zvýšiť výrobu nefermentovaného tabaku. V spracovanej koncepcii pestovania a spracovania tabaku sa počíta s rozšírením pestovateľských plôch, so zvýšením intenzity výroby a so zmechanizovaním poľných prác. Úlohou novej technológie pestovania tabaku a postupnej mechanizácie je znížiť množstvo živej práce vynakladanej na kilogram vysušeného tabaku, a tým zabezpečiť plnenie plánovaných úloh pri zníženom počte pracovníkov.

V súčasnosti sa v ČSSR používa niekoľko spôsobov zberu tabaku:

Ručný zber pozostáva z ručného olamovania listov tabaku, z vyťahovania nalámaných listov na okraj riadku na zem alebo do debničky. Potom nasleduje ručné nakladanie na dopravný prostriedok a odvoz na stacionárne pracovisko, kde sa tabakové listy ručne ukladajú do ihlových rámov a rámy sa vkladajú do sušiarňí.

Polomechanizovaný zber spočíva v ručnom olamovaní tabakových listov, pričom pracovníci sedia na sedadlách upevnených na portálovom traktore. Olámané listy ukladajú do zásobníkov o nosnosti 20 až 30 kg. Po naplnení sa zásobníky odvádzajú k sušiarňam, kde sa tabakové listy opäť ručne ukladajú do ihlových rámov a vkladajú do sušiarňí.

Pre túto technológiu zberu sa v minulých rokoch doviezlo do Československa 44 liniek od kanadskej firmy BALTHES. Vzhľadom na amortizáciu a na fyzické a morálne opotrebenie treba tieto linky postupne nahradiť. Ďalších 38 liniek na pestovanie a polomechanizovaný zber tabaku (zberové plošiny PT-8) sme doviezli v rokoch 1981 až 1985 z BLR. Po technologickej stránke vyhovujú tieto linky našim podmienkam, avšak polomechanizovaný zber pri súčasnom nedostatku pracovných síl v poľnohospodárstve nie je pre nás vhodným riešením. Používanie týchto plošín je závislé od traktorov MTZ-80T z BLR, ktoré sú technicky nespoľahlivé.

Mechanizovaný zber — tabakové listy zberá mechanizovaný zberač, ukladá ich do veľkoobjemových kontajnerov nesených na stroji. Po naplnení sa kontajnery uzatvoria, zasunú sa fixačné ihly a na vlastnom podvozku sa odvezú priamo do sušiarne.

Na tomto princípe pracujú zberače fy DE CLOET, ktoré boli do ČSSR v ostatnom čase dovezené štyri (SŠM Holíč, JZD Strážnice, JZD Průšánky, JZD Šitbořice).

Ďalší spôsob mechanizovaného zberu tabaku predstavuje bulharský zberač KPT-2E CHEBR, ktorý zberá listy do zásobníka, odkiaľ sa dopravníkom na dne prekladajú na dopravný prostriedok. Týmto dopravným

prostriedkom sú potom odvezené na stacionárne pracovisko, kde sa tabakové listy ukladajú klasickým spôsobom do ihlových rámov a vkladajú do sušiarňí. V roku 1986 bol do ČSSR dovezený jeden stroj tohoto typu do štátnych skúšok.

Pretože polomechanizovaný zber nezodpovedá požiadavkám modernej poľnohospodárskej veľkovýroby a tiež mechanizovaný zber bez doriešenia mechanizácie nasledujúcich operácií nevyrieši situáciu v zbere tabaku, je nutné vyvinúť zberač, ktorý by nielen zbieral tabakové listy, ale riešil by aj odvoz pozberaných tabakových listov k sušiarňi a následné sušenie.

Pestovateľská plocha tabaku v SSR je v súčasnej dobe 3766 hektárov, produkcia činí 6500 ton suchého tabaku. Vzhľadom na nedostatok pracovných síl poľnohospodárska prax prestáva mať záujem o pestovanie tabaku.

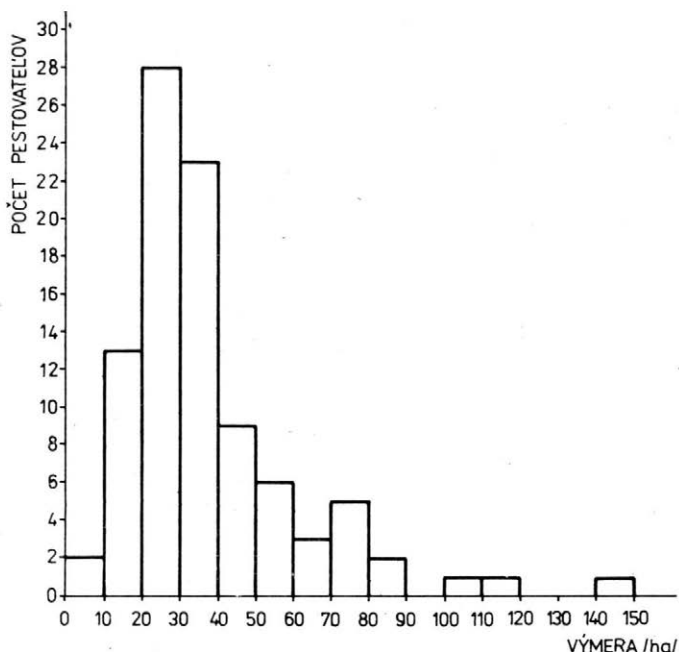
Po zavedení komplexnej mechanizácie včítane mechanizovaného zberu sa perspektívne počíta s 4200 ha pestovateľskej plochy s produkciou 7000 ton suchého tabaku.

V súčasnej dobe pestuje tabak v ČSSR 94 pestovateľov pri koncentrácii priemerne 40,5 ha. Histogram početnosti pestovateľov tabaku je na obr. 1.

V súčasnosti dosahujú u nás úrody tabaku $1,57 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej hmoty, perspektívne sa počíta so zvýšením na $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

V Československu sme sa zatiaľ vývojom a výrobou mechanizácie pre pestovanie a zber tabaku nezaoberali. V rámci RVHP to bola úloha BER. Vzhľadom na aktuálnosť problému však bolo nutné sa na túto problematiku zamerať aj u nás.

Na základe poznatkov získaných štúdiom zahraničnej literatúry môžeme konštatovať, že kým u nás je najrozšírenejší ručný a polomechanizovaný spôsob zberu tabaku, vo svete je najpoužívannejší polomechanizovaný zber a v ostatnom čase mechanizovaný zber tabaku.



1. Histogram početnosti pestovateľov tabaku v ČSSR v roku 1986

Mechanizovaný zber tabaku viaczásobne zvýši produktivitu práce. V porovnaní s polomechanizovaným zberom sa zvýši plošná výkonnosť dvojnásobne až trojnásobne.

Najvýznamnejšie pracovné operácie pri mechanizovanom zbere sú:

- zber tabakových listov po inzerciách,
- doprava pozberaných listov do zásobníkov (prepravné vozíky, kontajnery),
- doprava zásobníkov na miesto sušenia.

Na zabezpečenie týchto pracovných operácií sú nevyhnutne potrebné stroje a zariadenia na vysokej technickej a technologickej úrovni. Pozoruhodné výsledky v uplatnení mechanizovaného zberu tabaku dosahujú v USA a Kanade, kde majú najväčšie zastúpenie pestovateľských plôch vo svete. V USA sa výrobou strojov na zber tabaku zaoberajú firmy:

- IHC — samochodné zberače Harrington a sušiarne ROANOKE na umelé sušenie tabaku,
- LONG — jednoriadkový samochodný zberač a kontajnerová sušiareň,
- TAYLOR — samochodný zberač a závesný olamovač tabakových listov.

V Kanade sú popri malých výrobcov známe firmy: WHITE HAWK, a DE CLOET.

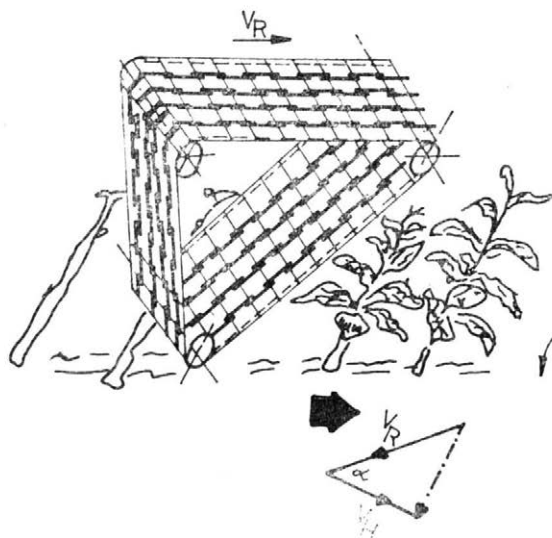
Charakteristickým znakom samochodných zberačov týchto firiem je, že na zber tabakových listov po inzerciách používajú rôzne typy zberacích ústrojenstiev. Zber listov pomocou týchto mechanizmov sa uskutočňuje na päť až šesť ráz po troch až piatich listoch. Pojazdová rýchlosť zberača, rýchlosť dopravníkov a otáčky zberacích ústrojenstiev sú plynule meniteľné tak, aby práca bola kvalitná a jednotlivé pracovné činnosti boli zosúladené.

Podľa princípu práce rozdeľujeme zberacie ústrojenstvá do troch skupín:

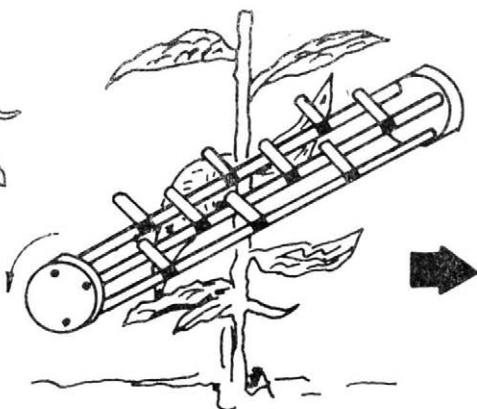
1. olamovacie ústrojenstvá, ktoré tabakové listy olamujú pomocou sily pôsobiacej smerom dole (reťazovo-mriežkové, riadené tyčové, gumové závitkové, gumové lopatkové),
2. rezacie ústrojenstvá, ktoré pri pohybe smerom hore odrezávajú tabakové listy (riadené nožové),
3. trhacie ústrojenstvá, ktoré odtrhávajú dozreté tabakové listy pôsobením bočných síl (olamovacie dopravníky).

REŤAZOVO-MRIEŽKOVÉ ZBERACIE ÚSTROJENSTVO

Zariadenie bolo vyvinuté vo výskumnom ústave vo Florencii, a to hlavne na zber vrcholových listov. Na olamovanie vrcholových listov je potrebná približne rovnaká sila ako na oddeľovanie listov v nižších zberových zónach. Zber týchto listov je podmienený faktom, že stenčená byť vybočuje zo smeru pôsobiacej sily. Použitie tohto ústrojenstva pri zbere listov z celej rastliny naraz je podmienené kultivarom tabaku. Tabakové rastliny sa musia vyznačovať pevnou byľou, ktorá je pomerne nízka a hlboko odkvetená. Musí to byť kultivar s približne naraz dozrievajúcimi listami v jednotlivých inzerciách, čo sa môže doceliť aj chemickým ošetrovaním. Princíp práce olamovacieho zariadenia je znázornený na obr. 2.



2. Refazovo-mriežkové zberacie ústrojenstvo



3. Riadené tyčové zberacie ústrojenstvo

Nekonečný pás refazovo-mriežkového zberacieho ústrojenstva sa skladá zo súboru mriežkových prvkov. Rýchlosť pásu sa zvolí tak, aby pri práci stroja (pri pohybe dopredu) smeroval výsledný vektor kolmo na vektor pojazdovej rýchlosti V_p , tzn., že relatívna rýchlosť olamovacieho zariadenia V_r voči rastline je nulová. Mriežkový prvok, pohybujúci sa smerom dole, olamuje listy. Po prechode stroja zostanú na poli holé byle bez listov. Takéto zariadenie používa firma LONG na zberači EASY HARREST, u ostatných zberačov je tento spôsob využívaný na zber vrcholových listov.

Vychádzajúc z grafického znázornenia na vyjadrenie rýchlosti pohybu refazovo-mriežkového dopravníka platí vzťah:

$$V_r = \frac{V_p}{\cos \alpha} \quad (1)$$

Pomocou vzťahu (1) môžeme vyčíslieť súčiniteľ pomeru rýchlostí V_p a V_r pri $\alpha = 45^\circ$

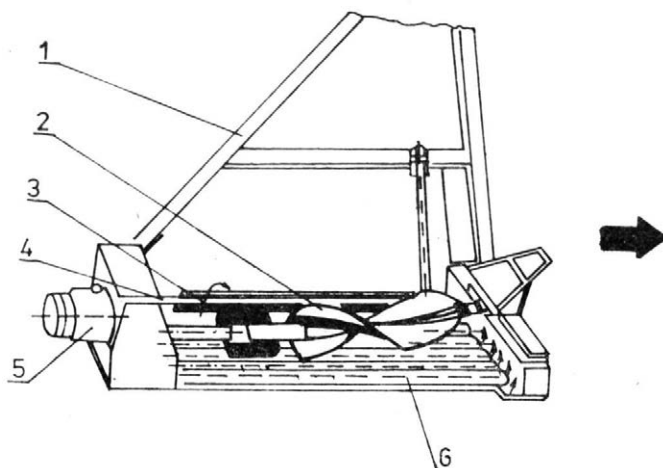
$$\eta = \frac{V_r}{V_p} = \frac{1}{\cos \alpha} = 1,41 \quad (2)$$

Riadené tyčové zberacie ústrojenstvo

Predná časť olamovacieho ústrojenstva (v smere jazdy) je položená vyššie. Na tyče spájajúce jednotlivé disky sú kolmo navarené prsty (palice) o dĺžke 50 mm s kruhovým prierezom. Počet spájajúcich tyčí je tri až štyri. Disky sú naklonené pod určitým uhlom v protismere pohybu (obr. 3). Výsledkom otáčania diskov, pojazdovej rýchlosti a riadenia je paralelný zmysel pohybu prstov s byľou, pri ktorom sa olamujú listy tabaku.

Použitie tyčového zberacieho ústrojenstva sa nerozšírilo, lebo bolo komplikované. Na základe experimentálnych skúšok s týmto zariadením bolo vyvinuté riadené nožové zberacie ústrojenstvo, ktoré používa na svojich zberačoch firma POWELL pri zbere vrcholových listov.

4. Gumové závitkové zberacie ústrojenstvo



Gumové závitkové zberacie ústrojenstvo

Zberové ústrojenstvo je schematicky znázornené na obr. 4. Predná časť závitkovky (v smere pohybu) je vyššie položená. Pri pohybe dopredu sa tabakové listy olamujú silou pôsobiacou smerom dole. Závitkovky sú symetricky uložené z dvoch strán rastlín. Z ich konštrukcie vyplýva, že vstupná medzera je väčšia ako výstupná. Závitkovky (2) sú gumové z toho dôvodu, aby došlo k lepšiemu obklopeniu rastlín, a tým aj k olámaniu listov v smere radu. Za každou závitkovkou je prídavné zariadenie z gumových diskov (u zberačov Roanoke, Balthes BMTH) alebo gumové lopaty (3) (u zberača Powell). Úlohou týchto diskov, resp. lopatiek, je odstrániť listy ponechané gumovou závitkovkou. Ďalšou ich funkciou je podávať olámané listy smerom k valčekovému dopravníku (6). Výška neseného rámu (1) zberového mechanizmu aj zberová zóna je nastaviteľná pomocou hydraulických prvkov. Sklon závitoviek sa nastavuje mechanicky na čelnej strane, tým sa reguluje počet zberaných listov. Pod olamovacím zariadením je valčekový dopravník, ktorý podáva listy na vodorovný vynášací dopravník. Paralelne so závitkovkou nad valčekovým dopravníkom je umiestnený lopatkový mechanizmus (4), úlohou ktorého je odhadzovanie listov z valčekového dopravníka, tak aby sa listy nehromadili.

Výška zberovej zóny je daná priemerom závitkovky a uhlom, ktorý uzatvárajú závitkovky s vodorovnou rovinou. Kvalitatívne ukazovatele práce sú podmienené charakteristickými parametrami závitkovkového zberacieho ústrojenstva (priemer, dĺžka, stúpanie, počet otáčok za minútu) a pojazdovou rýchlosťou zberača.

Podľa experimentálnych skúšok zameraných na zberové straty a na výkonnosť najviac vyhovujú závitkovky skrútené o 180°. Pri nízkych otáčkach olamovača je vysoké percento polámaných listov na byli, kým vysoké otáčky spôsobujú značné zberové straty na zemi.

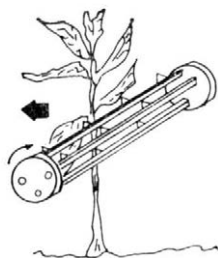
Výkonnosti, zberové straty a kvalitatívne ukazovatele práce sú u daného zberača podmienené súčiniteľom pomeru obvodovej rýchlosti olamovacieho zariadenia a pojazdovej rýchlosti zberača

$$\eta = \frac{V_o}{V_p} = 4 - 6 \quad (3)$$

Princíp práce gumového lopatkového ústrojenstva sa zhoduje s princípom práce gumového závitkového zberacieho ústrojenstva, rozdiel je iba v tvare lopatiek.

RIADENÉ NOŽOVÉ ZBERACIE ÚSTROJENSTVO

Zber vrcholových listov u zberačov typu Roanoke 74 a Balthes BMTH sa uskutočňuje pomocou závitoviek, kým firma Powell na tento účel dodáva ďalšie zariadenie — riadené nožové zberacie ústrojenstvo. Princíp práce takéhoto zariadenia je znázornený na obr. 5.



5. Riadené nožové zberacie ústrojenstvo

Pracovným orgánom je jeden pár viacnožových bubnov, ktoré sa pohybujú synchronne. Predná časť zberacieho ústrojenstva je nižšie položená, obvodová rýchlosť bubna smeruje hore. Nože sú riadené, to znamená, že ich vodorovná poloha sa udržiava aj počas pohybu. Na jednom bubne je tri až päť tyčí s ostrou hranou. Na jednej tyči je päť až sedem kolmo navarených nožov. Pozdĺžne tyče odstraňujú listy v medziradi, kým nože navarené kolmo slúžia na odrezávanie listov v smere radu. Vzdialenosť nožov je 1,5-násobok priemeru byle. Disky, na ktorých sú spájajúce tyče, sú naklonené pod uhlom $\alpha = 20^\circ$ v protismere pohybu. Pomocou špecifického riešenia rezacieho ústrojenstva bolo dosiahnuté to, že sa nože pohybujú paralelne okolo byle a počas rezu sa ich relatívna rýchlosť rovná nule. Pri uhle naklonenia disku $\alpha = 20^\circ$ je hodnota súčiniteľa pomeru obvodovej rýchlosti bubnov V_o a pojazdovej rýchlosti V_p vyčíslená takto:

$$\eta = \frac{V_o}{V_p} = \frac{1}{\sin \alpha} = 2,92$$

Pri známej pojazdovej rýchlosti je možné určiť otáčky zberacieho ústrojenstva

$$V_o = 2,92 \cdot V_p \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$n = 55 \frac{V_p}{d} \quad [\text{s}^{-1}]$$

kde: V_p — pojazdová rýchlosť $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
 d — priemer diskov $[\text{m}]$

Vypočítaná hodnota otáčok pri $V_p = 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ je 560 min^{-1} . Teoretické úvahy sú potvrdené výsledkami skúšok. Najmenšie zberové straty sú pri $\lambda = 2,6$ až $3,2$, kedy je percento nepoškodených listov najvyššie. Pri nízkych otáčkach rezacieho ústrojenstva sa zvýši podiel listov pone-

chaných na byli, pri otáčkach vysokých okolo 660 min^{-1} dôjde ku chveniu byle, a tým aj k prípadnému rozrezaniu.

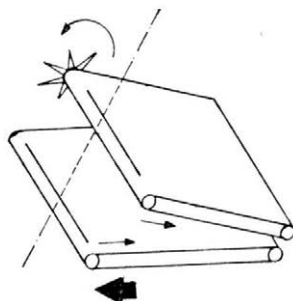
Ako pomocné zariadenie sa používajú ventilátory umiestnené nad nožovým zberacím ústrojenstvom. Úlohou týchto zariadení je prúdom vzduchu stláčať listy smerom dolu. Aby odrezanie listov bolo optimálne, ich stopky musia uzatvárať s bylou uhol 90° . Výška zberovej zóny je nastaviteľná uhlom, ktorý uzatvára zberacie ústrojenstvo s vodorovnou rovinou.

OLAMOVACIE DOPRAVNÍKY

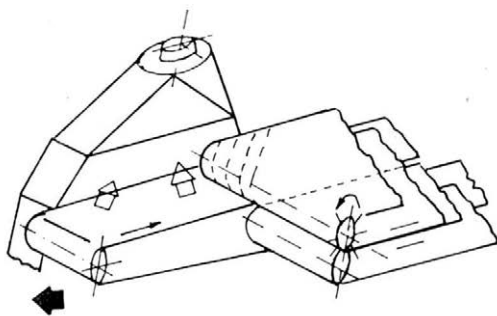
Princíp práce olamovacích dopravníkov sa podstatne líši od uvedených zariadení. Doteraz popísané zariadenia prišli do styku iba s listovými stopkami, kým pri dopravníkoch dôjde k odtrhnutiu len po uchopení celých listov pôsobením bočnej sily. Olamovacie zariadenia sa skladajú z dvoch dopravníkov symetricky uložených z oboch strán rastlín. Medzera medzi dopravníkmi sa od vstupu postupne znižuje (obr. 6).

Smer pohybu oboch dopravníkov je opačný proti smeru pohybu zberačov. Súčasťou horného napínacieho hriadeľa je olamovacia hviezdička, ktorá by mala napomáhať pri olamovaní. Nevýhodou tohto zariadenia je, že dopravníky značne poškodzujú listy v smere radu, nakoľko ich nemôžu uchopiť. To znamená, že môže dôjsť k roztrhnutiu listu, pretrhnutiu hlavnej žily, alebo i ponechaniu na byli. Tento nedostatok vylučuje olamovacie zariadenie znázornené na obr. 7. Princíp práce zariadenia sa zhoduje so zariadením už popísaným. Rozdiel je v tom, že je vybavené prídavným zariadením (ventilátorom) na prisávanie a usmerňovanie listov. Výhodou dopravníkových olamovacích zariadení je, že listy sú na 70 až 90 % po zbere usporiadané (stopky sú na jednej strane), a tým sú vhodné aj na prirodzené sušenie. Nevýhodou tohto zberacieho ústrojenstva je vysoké percento listov poškodených mliaždením, čo vyplýva z princípu práce olamovacích dopravníkov.

Problematickou mechanizovaného zberu tabaku, resp. vývojom vhodného zberacieho ústrojenstva pre zber tabakových listov po inzerciách sa v štátoch RVHP a MS AGROMAŠ zaoberá BLR. Vyvinuté gumové závitkovkové, resp. gumové lopatkové zberacie ústrojenstvá zberajú tabakové listy s pomerne malými poškodeniami. Nedostatkom je pevné uloženie tohto mechanizmu bez kopírovania rastlín vybočených z radu. Zberač



6. Dopravníkové zberacie ústrojenstvo s olamovacou hviezdicou



7. Dopravníkové zberacie ústrojenstvo s pneumickým usmerňovaním listov

I. Stupeň poškodenia listov jednotlivými zberačmi

Typy strojov	Ukazovatele	Prejazdová rýchlosť (km.h ⁻¹)	Podiel listov (%)				
			celé	tri- štvrtové	polovičné	štvrtové	znehod- notené
Zber piesočných a matečných listov							
POWELL 66-2/A		5,4	58,7	19,8	13,2	4,8	3,5
DE CLOET		4,5	91,5	5,0	1,7	1,1	0,7
Zber vrcholových listov							
POWELL 66-2/A		5,5	70,2	16,4	8,3	3,1	2,0
DE CLOET		5,3	64,3	18,6	10,6	2,0	4,5

typu CHEBR, vybavený týmto zberacím ústrojenstvom, vyžaduje, aby bola prísne dodržaná technológia pestovania tabaku (bez vybočenia rastlín z radu), čo je v našich podmienkach pri danej mechanizácii na sadenie a ošetrovanie (kultiváciu) zatiaľ nedosiahnuteľné.

V kapitalistických štátoch sú najúspešnejšími výrobcami zberačov tabaku firmy Powell v USA a De Cloet v Kanade. Zberače týchto firiem sú dodávané na trh s dvomi typmi zberacích ústrojenstiev. Zberače typu De Cloet používajú na zber piesočných a matečných listov gumové lopatkové zberacie ústrojenstvo, kým vrcholové listy sú pozberané pomocou reťazovo-mriežkového mechanizmu. Zberače typu Powell sú vybavené na zber piesočných a matečných listov jedným párom symetricky uložených gumových závitoviek. Zber vrcholových listov sa uskutočňuje pomocou riadeného nožového zberacieho ústrojenstva. Jedným z kvalitatívnych ukazovateľov práce týchto zberačov je stupeň poškodenia listov zberacím ústrojenstvom. Hodnoty získané zo svetovej literatúry sú uvedené v tab. I. Z tabuľkových hodnôt a zo získaných poznatkov jednoznačne vyplýva vhodnosť gumového lopatkového zberacieho ústrojenstva u zberača De Cloet pri zbere piesočných a matečných listov, nakoľko sú najvhodnejšie pre ďalšie spracovanie.

Pre úspešné zvládnutie cieľov nášho tabakového priemyslu, tzn. pre zvýšenie produktivity práce pri zbere a pre postupnú náhradu živej ľudskej práce sa počíta s postupným rozšírením zberačov firiem Powell a De Cloet aj v ČSSR. Pretože sezónna výkonnosť zberačov je okolo 40 ha, dá sa predpokladať, že by tieto stroje našli uplatnenie v podmienkach nášho poľnohospodárstva.

*Ing. Eva Hritzová, ing. Ernest Varga, ing. Alojz Klimecký,
Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka*

ŽIVOTNÍ JUBILEA

ŽIVOTNÍ JUBILEUM ing. MILOSLAVA A D A M A, CSc., VEDOUCÍHO ODBORU POTRAVINÁŘSKÉHO INŽENÝRSTVÍ VÚPP PRAHA

V letošním roce se dožívá významného životního jubilea — 60 let — ing. Milošlav A d a m, CSc., dlouholetý pracovník potravinářského výzkumu, kterému je věrný více než 35 let.

Soudruh A d a m se narodil 16. 4. 1938 v Brňanech. Fakultu strojní vystudoval na ČVUT v Praze a absolvoval ji v roce 1951. Po kratší praxi ve strojírenských závodech nastoupil do Výzkumného ústavu pro mechanizaci a ekonomiku potravinářského průmyslu, který byl později reorganizován a byl mu změněn název na Výzkumný ústav potravinářského průmyslu. Kandidátskou práci obhájil v roce 1958 na strojní fakultě ČVUT Praha. V roce 1964 byl jmenován školitelem pro vědeckou výchovu. V roce 1976 získal kvalifikační stupeň vedoucí vědecký pracovník.

Ing. A d a m vždy úzce spolupracoval s několika vysokými školami při výchově studentů i vědeckých aspirantů, dále jako člen komisí pro státní závěrečné zkoušky studentů i komisí pro zkoušky vědeckých aspirantů. Deset let na strojní fakultě ČVUT externě přednášel. Jako oponent posuzoval řadu výzkumných úkolů i disertačních prací. Jeho vědeckovýzkumné zaměření se soustřeďovalo do oblasti potravinářské techniky: manipulace s materiálem, výrobní linky potravinářského průmyslu, přenos tepla a hmoty, teorie uzení a sušení, tepelné pochody v potravinářském průmyslu, zpracování kolagenu, energetika, fyzikální vlastnosti potravin, koncepce potravinářské techniky a v poslední době i vazba mezi hygienou a technikou.

Ing. M. A d a m, CSc., významně přispěl k rozvoji poznání základů potravinářského inženýrství. Zveřejnil tiskem a přednáškami asi 200 vědeckých a odborných prací, z toho 27 v zahraničí. Bylo mu přiznáno udělení 14 vynálezů. Koordinoval několik státních úkolů technického rozvoje a úkoly základního výzkumu. Práce s. A d a m a jsou uznávány i v zahraničí, přednášel v mnoha státech, aktivně prosazuje úzkou mezinárodní spolupráci, koordinoval důležitou výzkumnou problematiku v rámci RVHP i UNIDO. Své zkušenosti uplatnil i v dlouhodobé práci v hodnotitelské komisi mezinárodního potravinářského salónu SALIMA v Brně.

S. A d a m je členem několika vědeckých rad a atestačních komisí, je členem redakční rady časopisu Zemědělská technika a Potravinářské vědy. Je předsedou hodnotitelské komise při Státní zkušebně č. 206. Organizačně se uplatnil ve spolupráci s ČSVTS při pořádání konferencí a sympozií, zejména v oboru fyzikálních vlastností potravin, a to se širokou zahraniční účastí.

Soudruh M. A d a m je jedním ze zakladatelů moderního pojetí potravinářského inženýrství a nemalou měrou se zasloužil o budování odboru potravinářského inženýrství VÚPP, který vede téměř dvacet pět let. Za tuto dobu se mu podařilo vytvořit profesně i technicky dobře vybavené pracoviště, které je orientováno na stěžejní a perspektivní oblasti potravinářského inženýrství, včetně uplatnění elektroniky v moderní měřicí a laboratorní technice a pro řízení technologických procesů.

Jubileum zastihlo ing. A d a m a v plném pracovním rozmachu a zaujetí pro budoucnost jeho oboru. K tomu mu přejeme vše nejlepší do dalších let, především dobré a pevné zdraví a osobní spokojenost.

Spolupracovníci a redakční rada časopisu Zemědělská technika

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

SPOLEČNÉ CENY ČSAZ A ÚV SSM MLADÝM VĚDCŮM

Společné ceny mladým výzkumníkům za nejlepší vědecké práce z oblasti zemědělství, potravinářského průmyslu, lesního hospodářství a ochrany biosféry ukončené v roce 1987 udělila Československá akademie zemědělská a ústřední výbor SSM. Již sedmého ročníku této celostátní soutěže se zúčastnilo 153 mladých odborníků.

Ceny za nejlepší výzkumné práce udělují ČSAZ a ÚV SSM mladým odborníkům od roku 1981. Soutěže se může zúčastnit výzkumný pracovník, pracovník z praxe, z vysoké školy, řádný aspirant nebo stipendista příslušného oboru, který v roce, v němž se do soutěže přihlásil, nepřevyšší 35 let věku, nebo kolektiv těchto pracovníků.

Vítězné práce měly vysokou úroveň, většina z nich má přímé využití v praxi. Kritéria soutěže zdůraznila vědecký a praktický přínos práce, způsob zpracování i aktuálnost řešeného úkolu.

Z oboru zemědělská technika získali:

Plaketu ÚV SSM a ČSAZ a zlatou medaili Za rozvoj vědeckotechnické tvořivosti mládeže za první místo

ing. Josef Cíbík, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, za práci *Zvýšení efektivity indukčního navařování*;

stříbrnou medaili Za rozvoj vědeckotechnické tvořivosti mládeže za druhé místo

ing. Vlastimil Tlustý, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy, za práci *Simulační model obratu stáda prasnic*,

RNDr. Luboš Poledníček, ing. Vladimír Čech, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy, za práci *Návrh kapacitního čidla vlhkoměru pícnin*;

bronzovou medaili Za rozvoj vědeckotechnické tvořivosti mládeže za třetí místo

ing. Lubomír Grohmann, Výzkumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rožinka, za práci *Výzkumné řešení funkčního modelu adaptéru pro přímou sklizeň fazolí a jeho energetická náročnost*.

(Ska)

DVACET LET JAZYKA SIMULA — DVACET LET OBJEKTIVĚ ORIENTOVANÉHO PROGRAMOVÁNÍ

Když byl programovací jazyk SIMULA v roce 1967 navržen, bylo jeho prvním cílem řešit softwareovou krizi uvnitř simulace systémů na počítačích: tento obor využití výpočetní techniky totiž žádal stále složitější a různorodější aplikace, a tím i zápisy programů, čili — jak tomu bylo v oblasti programování simulačních programů — stále složitější a různorodější popisy systémů, které mají být na počítačích modelovány. Stovky simulačních jazyků již nestačily a na realizaci dalších simulačních jazyků, resp. programů, nebylo už v naší civilizaci sil.

Ideje zabudované do jazyka nazvaného SIMULA 67 ihned dávaly tušit, že překračují hranice a dotýkají se programování vůbec. Jazyk SIMULA 67 se stal „moderním univerzálním programovacím jazykem třetí generace“ a byl srovnáván s ostatními jazyky, v nichž lze definovat nové vyjadřovací prostředky, jako byl ALGOL 68.

Už během 70. let byl však jazyk SIMULA 67 dvakrát „znovuobjeven“ jako prostředek splňující požadavky na programovací prostředky ještě modernější. Teoretici programování odvodili pravidla pro strukturované programování a začali doporučovat, aby byla zabudována do programovacího vybavení počítačů; po čase se však zjistilo, že je má — a to v mnohem bohatší a mocnější verzi — už několik let SIMULA 67. Byl to norský jazyk, tedy jazyk pocházející ze země počítačově neatraktivní, takže přes efektivní používání v mnoha zemích jej světová odborná veřejnost zahrnující renomované a známé odborníky v programování prostě ignorovala.

A ignorovala jej i nadále, neboť podobný jev se opakoval o několik let později, tentokrát v souvislosti s prostředky pro modulární programování, kde by bylo zajištěno, že chyba v jednom programovém modulu nezkaží práci modulů ostatních. To vše bylo ještě v 70. letech.

Počátkem 80. let vznikly první návrhy na to, jak efektivně programovat ve čtvrté generaci počítačů. Vzniklo objektivě orientované programování, které je efektivní syntézou programování klasických úloh a programování založeného na znalostních systémech a umělé inteligenci. Jde o náročné, ale velmi užitečné programovací prostředky, které zatím neexistují ve větším počtu druhů, ale které všechny přebírají své podstatné rysy od jazyka SIMULA 67. Těmito rysy jsou:

1. možnost definovat v programu či mimo něj obecný pojem čili znalost a generovat od něj libovolně mnoho „instancí“ čili počítačových modelů jednotlivých prvků, které splňují vše, co je o obecném pojmu uvedeno;

2. možnost dát do náplně pojmu vlastnosti, které každá instance má, akce, které je schopna vykonat, a životní pravidla, podle nichž „žije“; jedna instance může žádat jiné instance o jakési služby, tj. o to, aby pro ni provedly nějaké akce, jichž jsou schopny, ale tyto instance mohou v rámci takových služeb vyžadovat podobné služby od jiných instancí atd.;

3. možnost definovat jeden pojem jako obsahové obohacení pojmu jiného, tj. možnost zúžit rozsah pojmu a rozvířít jeho obsah.

Zvláště třetí možnost je zcela unikátní v oblasti programování počítačů — nemají ji ani vzpomenuť jazyky třetí generace — přesto, že mimo programování ji používá celé lidstvo všude a stále a že by bez ní neexistovala ani věda, ani technika, ani řízení; obohacování pojmů a znalostí lze výstižně ilustrovat hierarchickým uspořádáním kmenů, tříd, čeledí, rodů, druhů atd. v systematické biologii. Tato možnost je tedy typická pro objektivě orientované programování, i když ovšem první dvě zde uvedené možnosti jsou pro její praktické použití nutné. A tyto možnosti nabízí už dvacet let jazyk SIMULA 67, který byl upřesněn (bez podstatných modifikací) v roce 1968 a který rostl začátkem 80. let kratší název — přídavek 67 byl vypuštěn. Od té doby se jazyk SIMULA stal i mezinárodním standardem.

Bez ohledu na ignorování tohoto jazyka ze strany teoretiků byla SIMULA ovšem intenzivně využívána. Za zmínku stojí, že u nás patřili odborníci v země-

dělské technice k průkopníkům takového používání, a tím i objektivě orientovaného programování. Jedna z takových aplikací byla popsána na stránkách našeho časopisu (Chochola aj., 1981). Týká se modelování a optimalizace systému výroby, konzervace a spotřeby píce v zemědělském podniku o poměrně složité struktuře. Jiné aplikace v našem zemědělství se týkají dopravy sklizňových substrátů, osiva, hnojiva a pracovníků, rozhodování při návrhu stavebních investic, veterinární asanace, využití a obnovy strojového parku atd.

Světová aktuálnost a progresivnost jazyka SIMULA a objektivě orientovaného programování se zajímavým a důležitým způsobem setkává i s aktuálností tohoto jazyka v naší zemi: v minulém roce byla totiž do ČSSR zakoupena pasivní licence pro tento jazyk, která umožňuje jeho instalaci na počítačích jednotného systému elektronických počítačů (JSEP) bez devizových problémů; za úhradu v naší měně ji provádí DATASYSTÉM, k. ú. o., Bratislava na počítačích s operačním systémem OS nebo vyšším. Tím je umožněno intenzivní využití objektivě orientovaného programování na počítačích vyrobených v zemích socialistického tábora a příprava na jeho využití pro osobní počítače, na něž se implementace jazyka SIMULA již chystá.

V souvislosti s takovou explozí objektivě orientovaného programování vzniká ovšem potřeba organizované výměny zkušeností. Ve světě existuje mezinárodní Asociace uživatelů jazyka SIMULA, vydávající čtvrtletní periodikum SIMULA Newsletter a pořádající každoročně konferenci. Tato organizace participuje i na druhém evropském kongresu o objektivě orientovaném programování, který bude v zemi vzniku jazyka SIMULA — v Norsku. Mezinárodní kongres o objektivě orientovaném programování již byl v USA. V naší zemi existuje už mnoho let Skupina uživatelů jazyka SIMULA a modelování složitých systémů při Československé kybernetické společnosti při ČSAV, která koná přibližně jednou měsíčně krátká setkání. Jelikož dnes tyto kontakty nestačí, byla před třemi lety založena Skupina uživatelů jazyka SIMULA (SUS) při Domu techniky ČSVTS v Plzni, spolupracující s jeho střediskem pro softwareové inženýrství (SWI). Ve spolupráci s jinými organizacemi pořádá první konferenci o objektivě orientovaném programování v Československu na podzim roku 1988, s podnikem ŠKODA pořádá každoročně na jaře setkání uživatelů jazyka SIMULA v naší zemi (SUSIM) — letos už třetí — a pomáhá Domu techniky Plzeň organizovat kurzy programování a používání tohoto jazyka i objektivě orientovaného programování vůbec: už se uskutečnily kurzy programování a kurzy aplikací tohoto jazyka v počítačové grafice, v zemědělství, v modelování systémů materiálových toků a v modelování počítačových systémů; v plánu pro nejbližší budoucnost jsou další kurzy programování, kurs optimalizace systémů a snad i opakovaný kurs aplikací v zemědělství. Bližší informace si lze vyžádat na adrese: SUS, Dům techniky ČSVTS, Nejedlého sady 6, 303 40 Plzeň.

Literatura

CHOCHOL, Š. — PROKOP, K. — ZACHARIÁŠ, L. — MALÍK, M. — KINDLER, E.: Simulace výroby, konzervace a spotřeby píce v podniku. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 10, s. 613-622.

PhDr. RNDr. Evžen Kindler, CSc.
Výpočetní centrum Karlovy univerzity, Praha
RNDr. Martin Vydra
INORGA, Praha

CONTENTS

Šmíd J., Hamr K., Ederer K.: Reduced Pressure Areas Conical Heaps of Bulk Material	261
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: An Analysis of the Particle Path during Manure Application	269
Sedlák P., Seknička M., Loprais A., Kočiš P.: Kinematic Analysis of the Functional Parts of Farm Machines Controlled by a Cam Mechanism	277
Mójtá K.: Determination of the Shearing Friction Coefficient of Corn Cob Meal on Steel, Rubber and Supports	291
Trunečka K.: The Results of Laboratory Tests with Sprinkler Nozzles in Plant Protection	306

INHALT

Šmíd J., Hamr K., Ederer K.: Bestimmung der Zone einer Drucksenkung unter einem kegelförmigen Schüttguthaufen	262
Kastelovič E., Sloboda A., Veselovská E.: Analyse der Reichweite von Düngerpartikeln	270
Sedlák P., Seknička M., Loprais A., Kočiš P.: Kinematische Analyse der Funktionsteile von mittels Nockenmechanismus gesteuerten landwirtschaftlichen Maschinen	277
Mójtá K.: Ermittlung des Gleitreibungskoeffizienten von Maismahlgut auf Stahl, Gummi und Holz	292
Trunečka K.: Ergebnisse von Laborbewertungen von für den Pflanzenschutz bestimmten Spritzgerätdüsen	307

Rukopisy odevzdány k tisku 28. 1. 1988 — Podepsáno k tisku 22. 3. 1988

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1988

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