



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 19 (XLVI)

PRAHA

ČERVEN 1973

CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ

USTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Karel Bernhard, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Píša, ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1973

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

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

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

■
Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Prag 2, Slezská 7.

■
Le journal scientifiques ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de technique agricole. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

OPTIMÁLNÍ NOSNOST NÁVĚSU, PŘIVĚSU A NÁKLADNÍHO AUTOMOBILU PŘI MINIMÁLNÍ MĚRNÉ SPOTŘEBĚ MECHANICKÉ PRÁCE NA DOPRAVOVANÝ MATERIÁL

A. Andert

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

ANDERT A. *Optimální nosnost návěsu, přivěsu a nákladního automobilu při minimální měrné spotřebě mechanické práce na dopravovaný materiál.* Zem. technika 19 (6) : 309-326, 1973.

Na základě experimentálních a studijních poznatků VÚZT je měrná spotřeba energie na dopravu materiálu pro dané podmínky a vzdálenost ovlivněna nejen velikostí dopravního prostředku (návěsu a přivěsu), ale i výkonností sklízecího-nakládacího stroje v závislosti na jednotce času a hlavně na jednotce ujeté dráhy, během které se nakládá přepravovaný materiál do dopravního přivěsu. Pro přesnější určení optimální nosnosti návěsu a přivěsu k traktorům při minimální měrné spotřebě mechanické práce na jednotku přepravovaného materiálu za daných terénních a dopravních podmínek byla vypracována nová početní metoda, která přihlíží k nejrůznějším pracovním podmínkám. Podle této metody byly rozpracovány charakteristiky optimální nosnosti návěsů a přivěsů v závislosti na různých pracovních podmínkách pro tři typy traktorů (Z-3011, Zetor 50 Super a Z-8011). Z rozboru energetických ztrát, které vznikají při použití nevhodné nosnosti návěsu či přivěsu pro danou dopravní vzdálenost vyplývá, že větší ztráty vzniknou, když na větší vzdálenost použijeme nosnost návěsu a přivěsu, jejíž hodnota odpovídá optimální nosnosti pro kratší vzdálenost, než když použijeme větší nosnost návěsu na menší dopravní vzdálenost.

optimální nosnost návěsu a přivěsu; optimální měrná spotřeba mechanické práce na jednotku přepravovaného materiálu; charakteristika optimální nosnosti návěsu a přivěsu pro traktory

V rámci poznatků získaných při řešení výzkumného úkolu „Stanovení ukazatelů pro minimální a optimální spotřebu energie a volby energetických zdrojů v technologickém procesu sklízne cukrovky“, řešeného ve VÚZT, je zdůrazněn velký vliv seřezávače chrástu nebo sklízeče bulev na množství energie potřebné k naložení stejně velkého přivěsu, který pojíždí po poli s nakládacím strojem. Tak např. k naložení přivěsu o nosnosti 5 Mp při sklizni dvouřádkovým sklízecem bulev je potřeba paliva k zajištění pojezdu asi 10,68 kg ha⁻¹, zatímco při použití šestiřádkového sklízeče na téměř poli již jen asi 3,54 kg ha⁻¹. Obdobně je tomu při sklizni a odvozu skrojků. Proto nelze k volbě nosnosti návěsu, přivěsu nebo nákladního automobilu přistupovat jen ze zřetele jednoho hlediska, jako je jízda z pole do skladu, ale je třeba ji určit pod celkovým vlivem obou bezprostředně na sebe navazujících agregátů.

Optimální parametry na sebe navazujících agregátů můžeme volit podle různých ukazatelů. Doporučujeme, aby vždy — mimo jiné speciální hledisko — byly parametry agregátu určovány požadavkem minimální spotřeby energie — mechanické práce, ovlivňující spotřebu paliva, opotřebení agregátu, ve velké míře i utužení pole od přejíždějícího agregátu atd. a požadavkem minimálních měrných nákladů na dopravení jednotky hmotnosti sklizeného materiálu z pole do určitého skladu.

METODA

Návrh metody vychází ze vzájemného vztahu parametrů nakládacího agregátu při jízdě a dopravního agregátu odvázejícího naložený materiál do skladu, a to pro minimální měrnou spotřebu mechanické práce na jednotku dopravovaného materiálu.

Velikost měrné práce na jednotku produktu je ovlivněna parametry obou agregátů. Tyto parametry můžeme ovlivnit při výrobě i pracovními podmínkami, které jsou pro uvažované hodnocení neměnné.

Měrná spotřeba energie — mechanické práce — u nakládacího agregátu, ať již je to sklízecí nakladač, který současně sklizený materiál nakládá, nebo speciální sběrací nakladač, je závislá na podmínkách práce, typu a výkonnosti stroje — nakladače a nebývá ovlivněna pracovně následným strojem, kterým je dopravní agregát.

VÝSLEDKY

SPOTŘEBA ENERGIE NA ČINNOST DOPRAVNÍHO AGREGÁTU

Úhrnná spotřeba energie — mechanické práce — je dána vztahem

$$L = L_c + L_p \quad (1)$$

kde: L_c — energie spotřebovaná na dopravu z pole do skladu a jízdu zpět (kpm)
 L_p — energie spotřebovaná pro jízdu na poli během nakládání (kpm)

Energie spotřebovaná při jízdě agregátu do skladu a zpět

$$L_c = L_{c1} + L_{c2} \quad (2)$$

kde: L_{c1} — jízda z pole s materiálem do skladu (kpm)
 L_{c2} — jízda s prázdným zpět na pole (kpm)

$$L_c = S_o f_o \left(F_{Gt} + k \frac{V}{x} \gamma + \frac{V}{x} \gamma \right) + S_o f_o^{oo} \left(F_{Gt} + k \frac{V}{x} \gamma \right) \quad (3)$$

při $f_o = f_o^{oo}$

$$L_c = S_o f_o \left(2F_{Gt} + 2k \frac{V}{x} \gamma + \frac{V}{x} \gamma \right) \quad (3')$$

kde: S_o — vzdálenost pole od skladu (m)
 f_o — redukovaný koeficient odporu valení pro jízdu agregátu po cestě, daný vztahem

$$f_o = \frac{f_v (\cos \alpha \pm \sin \alpha)}{\eta_m (1 - \delta_{1s})}$$

kde: f_v — koeficient odporu valení pro jízdu z pole do skladu
 α — střední velikost svahu pro jízdu z pole do skladu (°)
 η_m — mechanická účinnost převodů od kol k motoru
 δ_{1s} — střední hodnota změny ujeté dráhy (prokluzu) při jízdě po cestě
 f_o^{oo} — redukovaný koeficient odporu valení prázdného agregátu pro jízdu zpět
 V — objem materiálu, který má být přepraven (dm³)
 F_{Gt} — tíha od hmotnosti traktoru (kp)
 x — počet návěsů (nakládacích cyklů)
 γ — měrná tíha dopravovaného materiálu (kp dm⁻³)
 k — poměr mezi tíhou (hmotností) přepravovaného materiálu na návěsu (přívěsu, nákladním automobilem) a tíhou (hmotností) prázdného dopravního prostředku (návěsu, nákl. automobilu)

Energie spotřebovaná při pohybu jednoho agregátu po poli než se naplní přívěs nebo nákladní automobil

$$L_p = f^o \frac{\gamma}{h} \frac{V}{x} \left(F_{Gt} + k \frac{V}{x} \gamma + \frac{1}{2} \frac{V}{x} \gamma \right) \quad (4)$$

kde: f^o – redukovaný koeficient odporu valení pro jízdu agregátu po poli

$$f^o = \frac{f_v^o (\cos \alpha \pm \sin \alpha)}{\eta_m (1 - \delta_{1s})}$$

h – měrná tíha řádku sklizeného materiálu na 1 m délky ujeté dráhy po poli (kp m^{-1})

$$L = L_c + L_p = S_o f_o^o \left(2F_{Gt} + 2k \frac{V}{x} \gamma + \frac{V}{x} \gamma \right) + f^o \frac{\gamma}{h} \frac{V}{x} \left(F_{Gt} + k \frac{V}{x} \gamma + \frac{1}{2} \frac{V}{x} \gamma \right) \quad (5)$$

SPOTŘEBA MECHANICKÉ PRÁCE PŘIPADAJÍCÍ NA JEDNOTKU TÍHY PŘEPRAVOVANÉHO MATERIÁLU

Hodnota měrné spotřeby mechanické práce na přepravní jednotky tíhy (množství) materiálu se určí ze vztahu

$$q_L = \frac{L}{\frac{V}{x} \gamma} \quad (\text{kpm kp}^{-1}) \quad (6)$$

Dosazení ze vzorce (5) a úpravou získáme

$$q_L = \frac{S_o f_o^o 2F_{Gt}}{V \gamma} x + \frac{f^o \frac{\gamma}{h} V \left(k + \frac{1}{2} \right)}{x} + 2S_o f_o^o k + S_o f_o^o + f^o \frac{F_{Gt}}{h} \quad (7)$$

Po další úpravě ji lze také vyjádřit jako

$$q_L = Ax + \frac{B}{x} + C \quad (7')$$

$$\text{kde: } A = \frac{S_o f_o^o 2F_{Gt}}{V \gamma}$$

$$B = f^o \frac{\gamma}{h} V \left(k + \frac{1}{2} \right)$$

$$C = 2S_o f_o^o k + S_o f_o^o + f^o \frac{F_{Gt}}{h}$$

OPTIMÁLNÍ POČET DOPRAVNÍCH AGREGÁTŮ

Extrém této funkce určuje nejvhodnější počet vozů (x) na odvoz určitého množství (V) materiálu; při

$$\frac{d q_L}{d x} = 0 \quad A - \frac{B}{x^2} = 0$$

$$x_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{B}{A}} = V \gamma \sqrt{\frac{f^o \left(k + \frac{1}{2} \right)}{2F_{Gt} S_o f_o^o h}} \quad (8)$$

Optimálnímu počtu vozů ($x_{1,2}$) odpovídá i optimální nosnost návěsu (přívěsu či automobilu)

$$y_{1,2} = \frac{V\gamma}{x_{1,2}} = \sqrt{\frac{2F_{Gt} S_o f_o h}{f_o \left(k + \frac{1}{2}\right)}} \quad (9)$$

Optimální nosnost přívěsu nebo návěsu je totiž

- přímo úměrná odmocnině
 - z dvojnásobku tíže traktoru ($2F_{Gt}$),
 - ze vzdálenosti pole od skladu (S_o),
 - z redukovaného odporu valení po cestě (f_o),
 - z hmotnosti rádků (h);
- nepřímo úměrná odmocnině
 - z redukovaného odporu valení po poli (f_o),
 - z poměru tíhy nákladu vzhledem k tíze vozu zvětšenému o 1/2, což lze vyjádřit vztahem $\left(k + \frac{1}{2}\right)$.

Na základě optimální nosnosti přívěsu, návěsu či automobilu lze vyjádřit měrnou spotřebu energie

$$q_L = \frac{f_o y \left(k + \frac{1}{2}\right)}{h} + \frac{S_o f_o 2F_{Gt}}{y} + 2S_o f_o k + S_o f_o + f_o \frac{F_{Gt}}{h} \quad (10)$$

Z tohoto vztahu vyplývá, na kterých parametrech je závislá optimální nosnost dopravního agregátu při minimální měrné spotřebě mechanické práce. Současně je z něho patrné, že optimální nosnost dopravního agregátu není závislá na celkovém množství materiálu určeného k přepravě.

HRANICE PLATNOSTI VZTAHU PRO OPTIMÁLNÍ NOSNOST

Takto určené vztahy optimálních parametrů dopravního agregátu pro minimální měrnou spotřebu mechanické práce mají určité hranice platnosti, vyplývající z různého omezení. Je to hlavně:

- Přípustný poměr tíhy traktoru (F_{Gt}) k tíze naloženého přívěsu nebo návěsu

$$k_2 = \frac{F_{Gt}}{\left(k \frac{V}{x} + \frac{V}{x}\right)\gamma}$$

Tento poměr je určován výrobcem agregátu nebo provozními a bezpečnostními předpisy, a to jak vzhledem k technickému řešení agregátu, tak i terénními a pracovními podmínkami. Bývá to polovina, v některých státech s rovinatým terénem (NDR apod.) až čtvrtina nebo pětina.

– Velikost svahu a stav podložky, který musí agregát, třeba na krátkém úseku, překonat. Čím větší je sklon svahu α , nebo čím menší je soudržnost pojezdového ústrojí s podložkou μ , tím větší musí být poměr tíhy traktoru k tíze naloženého přívěsu.

– Typ pojezdového ústrojí (pohon na dvě nebo na čtyři kola, speciální pojezdové ústrojí atd.).

– Způsob, jakým je agregát pro pojezd sestaven: z přívěsu či návěsu, jaká část tíhy návěsu je přenesena na traktor, nebo zda se jedná o nákladní automobil.

PŘÍKLADY POUŽITÍ METODY PRO URČENÍ NEJVHODNĚJŠÍ NOSNOSTI PŘÍVĚSU PRO TRAKTORY Z-3011, Z-50S, Z-8011

CHARAKTERISTIKY OPTIMÁLNÍ NOSNOSTI PŘÍVĚSU PRO VOLENÉ TYPY TRAKTORŮ

Za použití této metody byly rozpracovány charakteristiky optimální nosnosti přívěsu a návěsu pro traktory Z-3011, Z-50S, Z-8011 (charakteristické pro současný stav techniky a dopravy v naší zemědělské výrobě) a pro následující pracovní a technické podmínky.

Pracovní podmínky:

1. cukrovka plynule nakládána při jízdě nakladačem nebo sklízecím strojem;
2. měrná hmotnost řádků (nebo záběr stroje): 2; 4; 8; 16 kg m⁻¹, které odpovídá měrná tíha řádku $h = 2; 4; 8; 16 \text{ kp m}^{-1}$;
3. vzdálenost pole od skladu $S_0 = 500; 2000; 4000; 8000 \text{ m}$;
4. redukovaný součinitel valivého odporu při jízdě po poli: $f_0^0 = 0,08; 0,15; 0,30$;
5. redukovaný součinitel valivého odporu při jízdě po cestě: $f_0^0 = 0,05; 0,10; 0,20$.

1. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návěsu) pro Z-3011 z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na vzdálenosti pole od skladu

Pracovní podmínky (shodné pro obr. 1–17)

1. cukrovka plynule nakládána při jízdě nakladačem nebo sklízecím strojem

2. měrná tíha řádku:

2 kp m⁻¹

3. redukovaný součinitel odporu při pojezdu na poli

$f_0^0 = 0,8$ —————

0,15 - - - - -

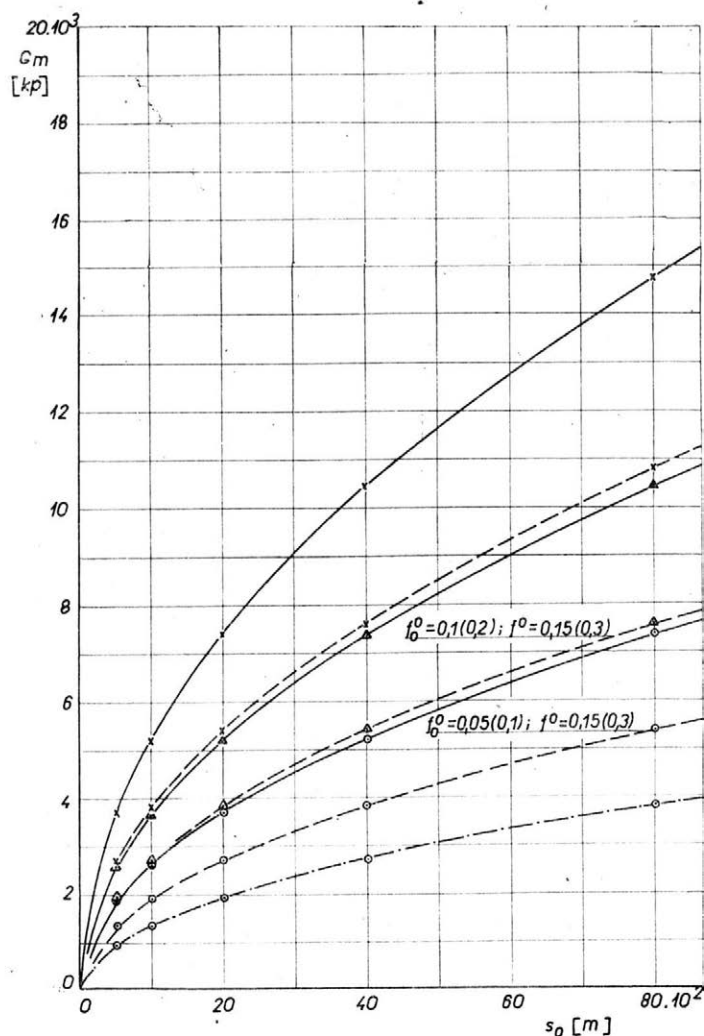
0,30 -

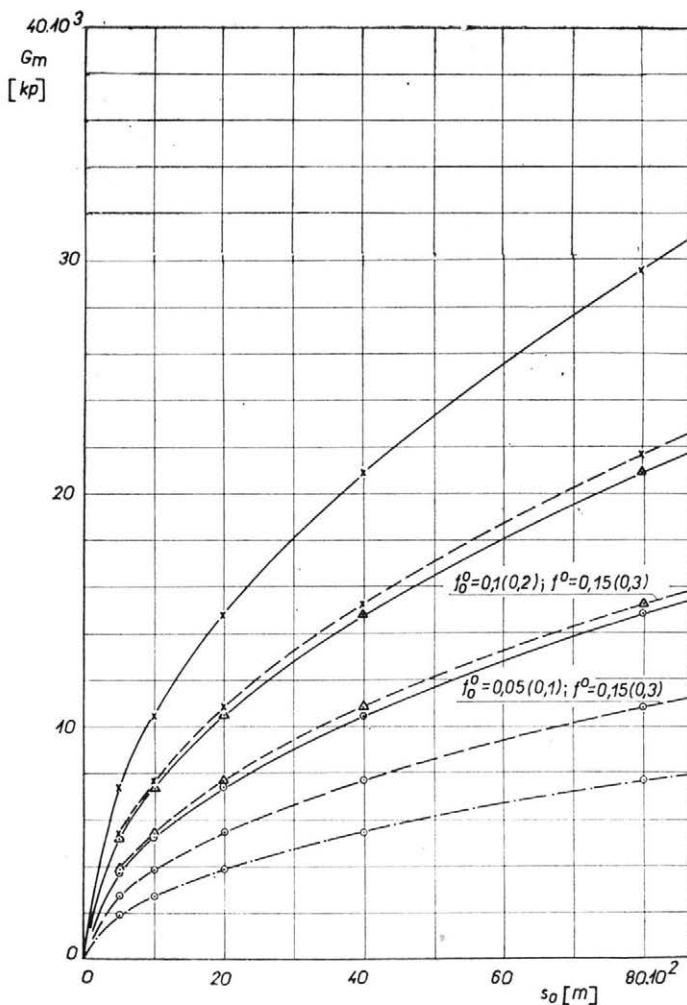
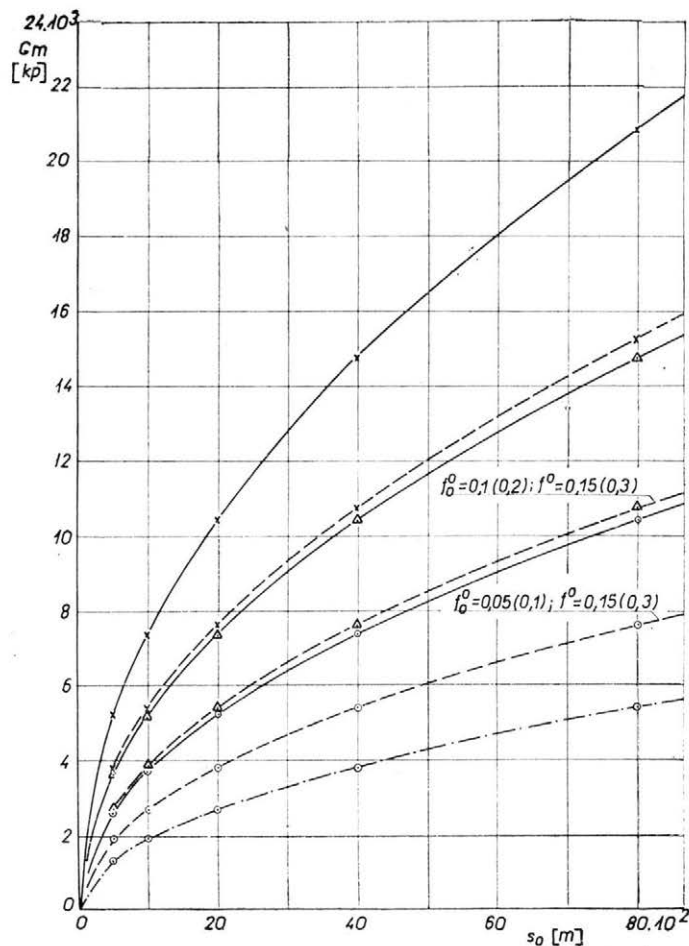
4. redukovaný součinitel odporu při jízdě od pole do skladu

$f_0^0 = 0,05$ ○

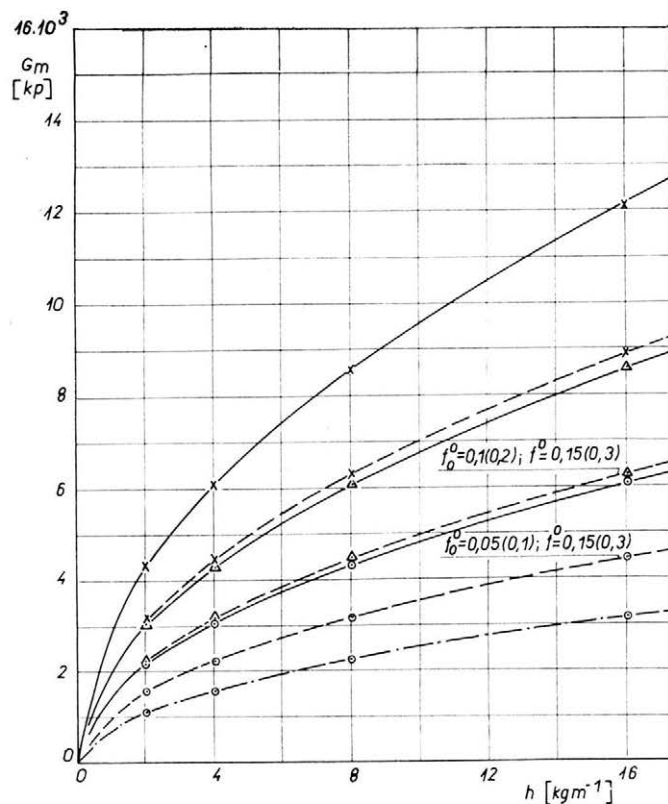
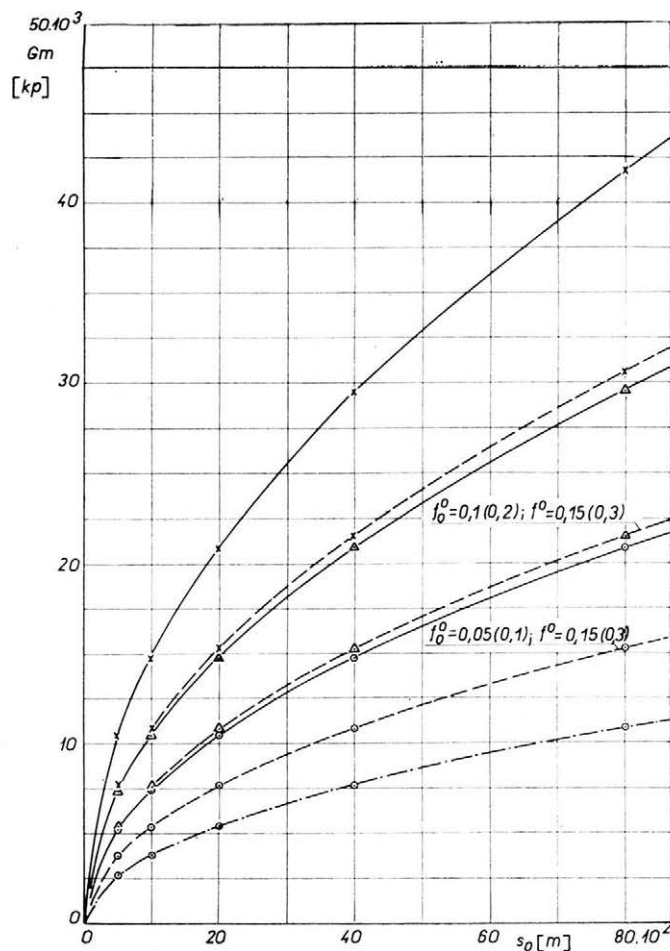
0,10 △

0,20 X

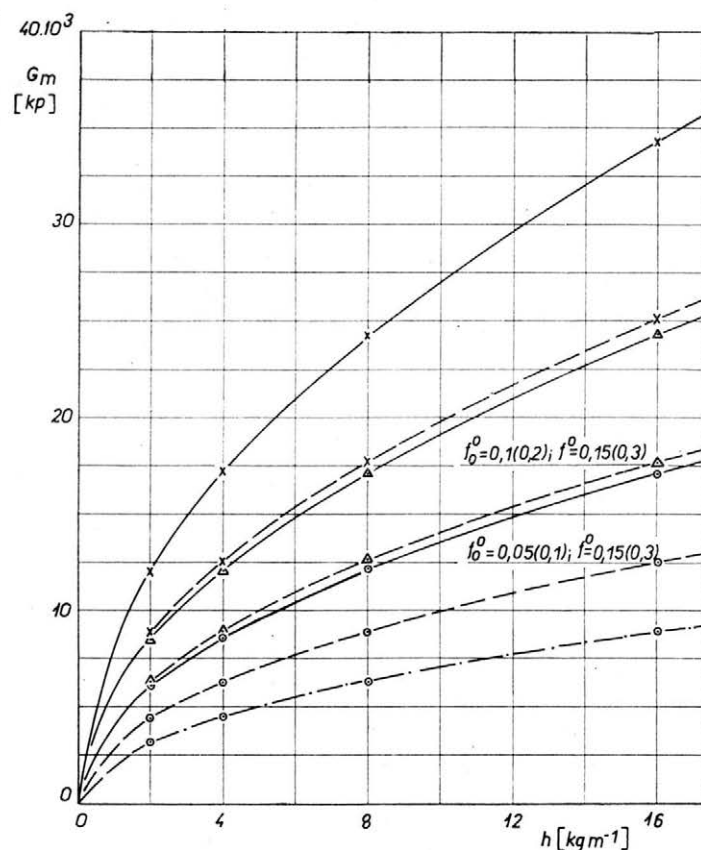
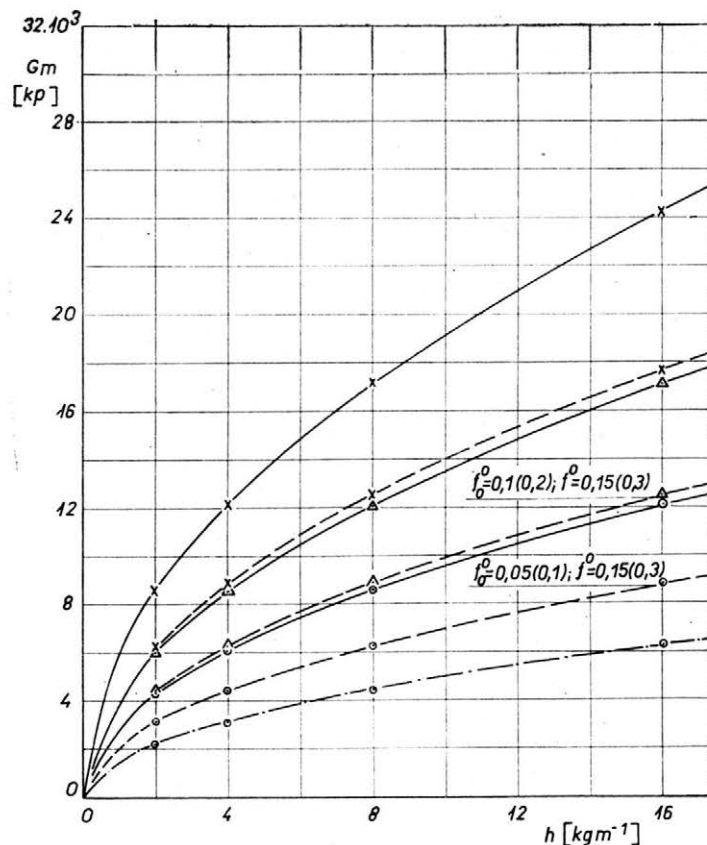




2. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návesu) pro Z-3001 z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na vzdálenosti pole od skladu pro měrnou tíhu řádku $h = 4 \text{ kp m}^{-1}$ — 3. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návesu) pro Z-3011 z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na vzdálenosti pole od skladu pro měrnou tíhu řádku $h = 8 \text{ kp m}^{-1}$



4. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návěsu) pro Z-3011 z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na vzdálenosti pole od skladu pro měrnou tíhu řádku $h = 16 \text{ kp m}^{-1}$ — 5. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návěsu) pro Z-50 Super z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na hmotnosti řádku a vzdálenost pole 500 m od skladu



6. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návěsu) pro Z-50 Super z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na hmotnosti řádku vzdálenosti pole 2000 m od skladu — 7. Charakteristiky nejvhodnější nosnosti přívěsu (návěsu) pro Z-50 Super z hlediska minimálního množství vykonané mechanické práce v závislosti na hmotnosti řádku a vzdálenosti pole 4000 m od skladu

J. Fiala, A. Jelínek

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Repy

FIALA J., JELÍNEK A. *Tvrdost tvarovaného krmiva*. Zem. technika 21 (6) : 317-325, 1975.

V článku jsou obsaženy poznatky z měření tvrdosti tvarovaných krmiv a jejich závislosti na drobivosti, měrné hmotnosti a indexu rozložení částí. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách a grafech.

fyzikální vlastnosti tvarovaných krmiv; tvrdost; drobivost; měrná hmotnost; index rozložení částí

Snaha po určení jednotlivých fyzikálně mechanických vlastností charakterizujících tvarované krmivo vede k poznání, že vhodnou kombinací jednotlivých veličin je možné určit zákonitosti vedoucí k lepšímu pochopení sledovaného děje. Např. ze znalosti jedné fyzikální vlastnosti lze určit přímo několik vlastností souvisejících.

Vlastnosti charakterizující problém tvarování krmiv jsou z tohoto hlediska seřazeny v následujícím schématu.

Název veličiny	Související veličiny
Měrná hmotnost [kg m^{-3}]	objemová hmotnost mezerovitost sléhavost změna objemu
Objemová hmotnost [kg m^{-3}]	mezerovitost sléhavost
Mezerovitost [%]	sléhavost
Sléhavost [m]	objemová hmotnost mezerovitost
Tvar brikety	objemová hmotnost sléhavost změna objemu drobivost index

Drobivost [%]

objemová hmotnost
mezerovitost
index
tvrdost

Tvrdost [Pa]

drobivost
index
změna objemu

Index

mezerovitost
objemová hmotnost

Změna objemu [m³]

objemová hmotnost
drobivost
index
tvrdost
mezerovitost

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že znalost základních veličin má pro celkovou charakteristiku materiálu velký praktický význam a že jejich poznání je třeba věnovat velkou pozornost.

V dřívějších pracích jsme se zabývali celou řadou vlastností uváděných ve schematu (Fiala, Jelínek, 1970, 1973, Jelínek, 1971), nebyly však dosud zpracovány otázky tvrdosti tvarovaných krmiv.

Na tuto vlastnost byla v souladu s požadavky krmivářských odborníků zaměřena pozornost. Cílem práce bylo navrhnout z hlediska fyzikálních vlastností takové podmínky, které by odpovídaly krmivářským požadavkům a porovnat je s dosavadním tvarovaným krmivem běžně vyráběným na tvarovacích linkách. Mnohá vyráběná tvarovaná krmiva jsou totiž příliš tvrdá a působí značné těžkosti jak při namáhání čelistí zvířat, tak v zažívacím traktu dobytka.

MATERIAL A METODY

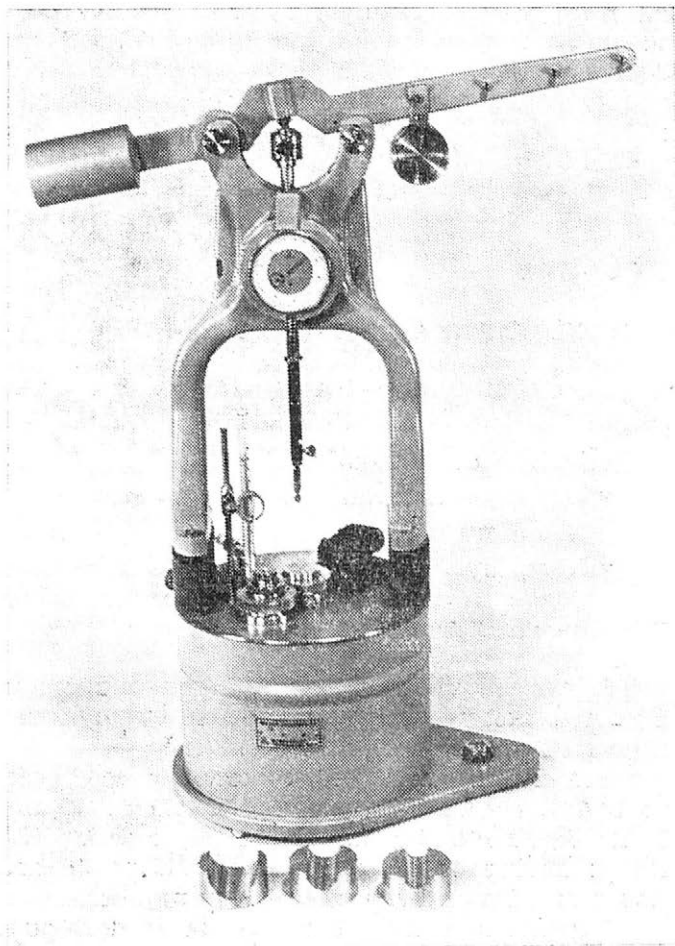
Protože zatím není k dispozici vhodná modelová hmota, která by nahradila krmné směsi, které jsou složkami tvarovaného krmiva, byla pro měření použita za základ receptura krmné směsi s tímto složením:

řepné skrojky	45,5 %
vojtěška	15,0 %
ječný šrot	20,0 %
sušené řízky	7,0 %
melasa	10,0 %
močovina	1,5 %
pyrofosforečnan	1,0 %

Při porovnávání výsledků jak při obměnách tohoto složení, tak výsledků jiných podobných směsí nebyly shledány podstatné změny v charakteru naměřených závislostí. Proto jsou v práci dále uváděny pouze výsledky tohoto typického příkladu.

Pro měření tvrdosti tvarovaných krmiv byl použit upravený Höpplerův konsistometr. Měřicí zařízení je původně určeno k zjišťování tvrdosti libovolného materiálu až do tvrdosti měkkých kovů. Jeho nevýhodou je, že měřit lze pouze vzorky o maximální výšce 10 mm a že není upraveno pro měření válcových ploch v radiálním směru. Protože vzorky tvarova-

1. Upravený Höpplerův konsistometr



ných krmiv jsou jednak vyšší, jednak mají válcový tvar, byla vyrobena sada podložek, pomocí nichž je možno měřit brikety běžných výšek, a sada vložek, v nichž je možno měřit brikety v radiálním směru o průměru 14, 20, 30 a 50 mm. Vzhledem k předpokládanému perspektivnímu uplatnění briket s většími průměry bylo srovnávací měření provedeno na průměrech 30 mm (materiál odebírán v provozu z tvarovacího lisu) a 50 mm (laboratorně vyráběné brikety). Upravený tvrdoměr je na obr. 1.

Podstatou měření je vtlačení kuličky o průměru 3,8 mm do materiálu. Tímto průměrem je zajištěno, že hloubka vtlačení je vždy rovna průměru

základny vtlačeného kulového vrchlíku. Měřili jsme jak v axiálním, tak v radiálním směru.

METODIKA VLASTNÍHO MĚŘENÍ

Briketu umístíme podle druhu měření do tvrdoměru. Vodicí tyčku tvrdoměru (obr. 1) odaretujeme a kuličku usadíme na zkušební vzorek materiálu a zaaretujeme. Zapišeme hodnotu na ukazateli. Zaaretované pákové rameno zatížíme vhodným závažím. Pákové rameno lehce nadzvedneme, odsuneme aretační kolík a rameno pečlivě usadíme na hlavici vodicí tyčky. Potom odaretujeme vodicí tyčku a necháme závaží působit po dobu jedné minuty na vzorek. Po uplynutí doby zapišeme hodnotu ukazatele, vodicí tyčku odlehčíme a pákové rameno zaaretujeme. Rozdíl konečné a počáteční hodnoty nám udává hloubku vtisku. U jednoho vzorku děláme 10 měření a ze získaných hodnot tvrdosti vypočteme střední hodnotu.

VÝSLEDKY

VLASTNÍ MĚŘENÍ A JEHO ROZBOR

Při měření tvrdosti tvarovaného krmiva je nutné vzít v úvahu faktory, které tvrdost ovlivňují. Je to hlavně:

- vliv lisovacího tlaku,
- vliv doby skladování,
- vliv složení tvarovaného krmiva,
- vliv sušiny.

Vliv lisovacího tlaku

K ověření vlivu lisovacího tlaku bylo použito srovnávací metody. Tvrdost briket vyrobených v provozu byla porovnána s tvrdostí briket stejného složení, vyrobených laboratorně.

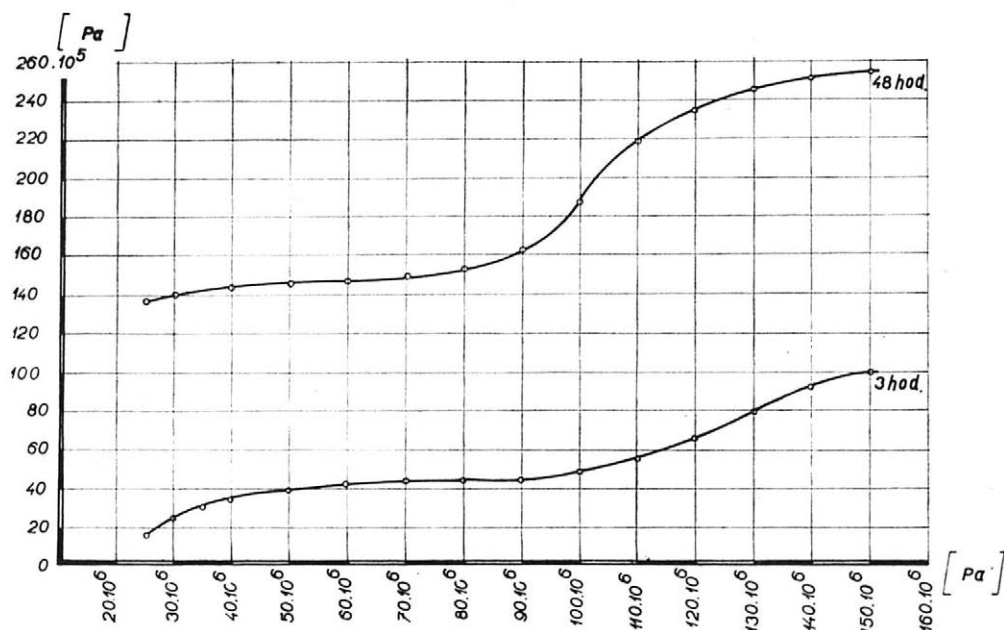
Pro měření jsme zvolili brikety vyrobené škálou tlaku od $2500 \cdot 10^4$ Pa do $14\,997 \cdot 10^4$ Pa. Sílu jsme v rozmezí sil 50 až $100 \cdot 10^3$ N zvyšovali po $1 \cdot 10^3$ N, od $100 \cdot 10^3$ do $300 \cdot 10^3$ N po $2 \cdot 10^3$ N. Tvrdost briket jsme měřili tři hodiny po slisování a podruhé po 48 hodinách. Získané hodnoty jsou v tab. I a graficky znázorněny na obr. 2.

Z průběhu křivky je patrné, že tvrdost podstatně stoupá v rozmezí tlaků $2500 \cdot 10^4$ Pa až $5000 \cdot 10^4$ Pa, potom v rozmezí tlaků 5000 až $9000 \cdot 10^4$ Pa roste velmi zvolna a prudký vzrůst začíná až při tlaku $9000 \cdot 10^4$ Pa. V poslední fázi ($13 - 15\,000 \cdot 10^4$ Pa) se růst tvrdosti opět zpomaluje.

Je možné předpokládat, že v této fázi se tvrdost ustálí na konečné hodnotě a ani dalším zvyšováním tlaku se již nebude měnit. Při porovnávání tvrdosti briket vyráběných na tvarovacích linkách s naměřenými údaji lze odvodit, že lisovací tlak se v provozu pohybuje v tomto případě v rozmezí $10\,000$ až $13\,000 \cdot 10^4$ Pa. Lze předpokládat, že snížení lisovacího tlaku na hodnotu mezi 5 až $9000 \cdot 10^4$ Pa by prospělo nejen kvalitě briket z hlediska optimální tvrdosti, ale přineslo by úspory i na energii. Také v závislosti na drobitosti a indexu rozložení částí se ukazuje, že takto vy-

I. Hodnoty tvrdosti briket a lisovacího tlaku

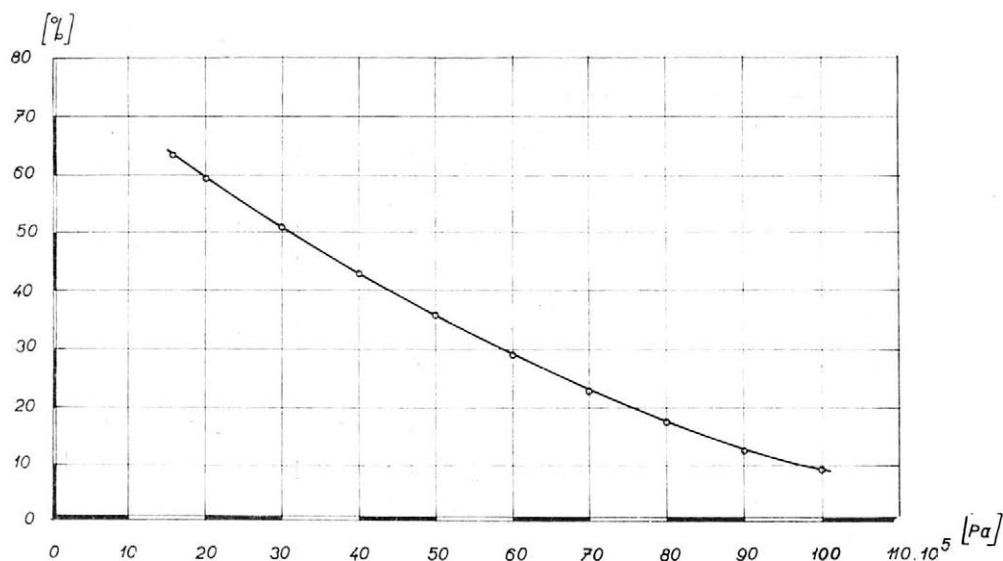
Tlak (Pa) 10^4	Tvrdost (Pa) 10^5	
	3 h	48 h
2501	15,7	138
3001	28,8	140
3502	31,4	143
4002	33,8	146
4503	35,8	147
5003	37,6	149
6010	42,6	148
6995	43,0	146
7995	44,5	150
8996	45,1	164
9996	50,3	192
10997	58,0	220
11998	70,0	241
12998	82,9	246
13989	95,0	250
14990	101,1	255



2. Závislost tvrdosti briket na lisovacím tlaku. Měřeno po 3 a 48 hodinách od vyjmutí z lisovací matrice

II. Hodnoty tvrdosti a drobivosti briket

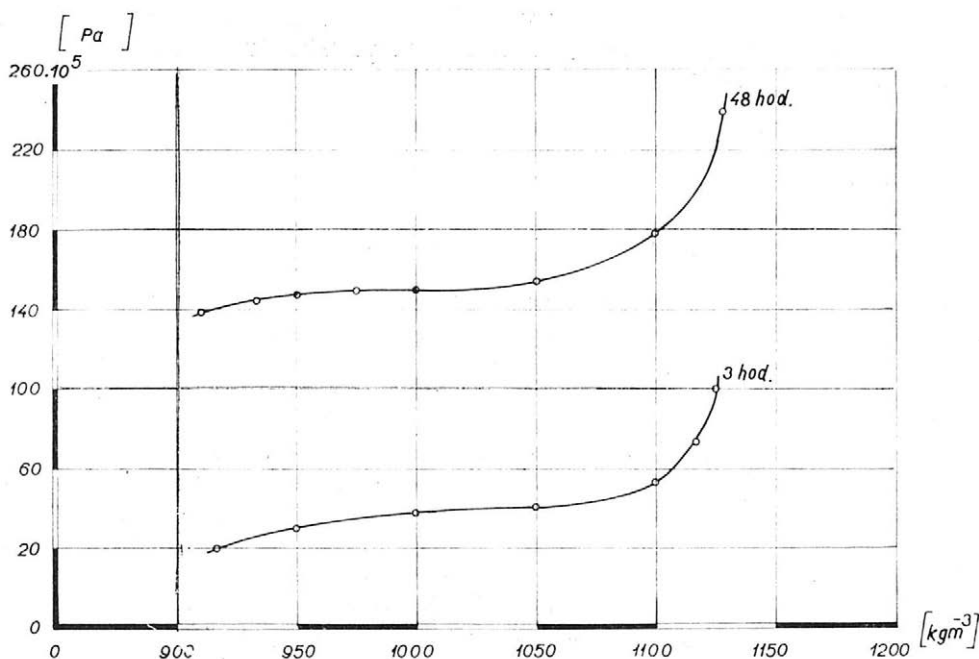
Tlak (Pa) 10^4	Tvrdost (Pa) 10^5	Drobivost (%)	Index souboru
2501	15,7	60,1	101,1
3001	25,8	55,2	143,0
3502	31,4	48,8	162,8
4002	33,7	47,0	181,4
4503	35,8	44,3	212,5
5003	37,6	46,9	199,4
6010	42,7	45,8	210,2
6995	43,0	42,1	220,8
7995	44,5	35,0	244,1
8996	45,1	43,2	238,3
9996	50,3	35,0	242,3
10997	58,0	29,4	280,0
11998	70,0	25,0	310,7
12988	82,9	15,3	365,0
13989	95,1	11,3	381,2
14990	101,2	8,0	392,4



3. Závislost drobivosti briket na tvrdosti

robené brikety jsou vyhovující. V tab. II jsou uvedeny naměřené a vypočtené hodnoty závislosti drobivosti na tvrdosti s indexem rozložení částic. Závislost drobivosti na tvrdosti je na obr. 3.

V obr. 4 jsou znázorněny dále závislosti tvrdosti na měrné hmotnosti jednotlivých briket. Z tohoto grafu je patrné, že s celkem malou změnou tvrdosti je spojena značná změna měrné hmotnosti briket až do určité hodnoty, kdy naopak dochází k velké změně tvrdosti za malého vzrůstu měrné hmotnosti.



4. Závislost měrné hmotnosti jednotlivých briket na tvrdosti

Vliv doby skladování a složení briket na jejich tvrdost

V současné době není problém skladování tvarovaného krmiva zatím dořešen. Krmivo je buď přímo zkrmováno, nebo se skladuje na hromadách. První poznatky o skladování briket ve věžích byly získány při modelových měřeních (Fiala, Jelínek, 1973). V souvislosti s nyní popisovanými měřeními vyvstala ještě otázka rozboru vlivu skladovací doby na tvrdost briket.

Briketa během skladování totiž prochází několika fázemi, které při podobném složení briket, jak je uváděno v práci, lze zhruba rozdělit takto: po opuštění stroje je briketa relativně měkká a křehká (během lisování dochází k uvolnění zbytkových šťáv vlivem vysokého tlaku a teploty, vznikajících při briketování), ihned však následuje tvrdnutí, které je ukončeno po několika minutách. V období od opuštění stroje do 24 h se nabytá tvrdost celkem nemění. Potom však dochází k prudkému vzrůstu tvrdosti. Tento vzestup je ukončen zhruba po 48 hodinách od opuštění stroje.

Dalším důležitým momentem, který má vliv na tvrdost briket, je stav, v jakém se jednotlivé komponenty dostávají do směsi. U píce se z tohoto hlediska jeví výhodná řezanka o délce částic 6 až 10 mm. Nevhodná je

naproti tomu píce již granulovaná, protože při nedostatečném rozmělnění části granulí vytvářejí v briketě místa o zvýšené tvrdosti proti okolním komponentám.

Vliv sušiny

Protože měřené brikety byly vyráběny v podstatné části ze sušených produktů o vlhkosti 10 až 14 %, byla sušina považována v tomto případě přibližně za konstantní.

DISKUSE

Význam tvarovaných krmiv stoupá stále rychleji. Svědčí o tom velká řada nově postavených tvarovacích linek, které jsou jak u nás, tak i v jiných zemích uváděny každoročně do provozu. Aby však na těchto linkách bylo možno kvalitně a ekonomicky vyrábět, je třeba mimo jiné znát základní fyzikální vlastnosti výrobků těchto tvarovacích linek. Bude zřejmě účelné, aby se ve velkých zemědělských závodech — tak, jak se běžně dělají agrochemické rozbory — v budoucnu měřily i některé fyzikální vlastnosti. Je zřejmé, že např. změny tvrdosti briket, a s tím související drobivost v různých časových intervalech po skončení procesu tvarování, mají velký vliv na možnosti následné manipulace, skladování a zkrmování. Manipulace neodpovídající příslušné tvrdosti briket může mít za následek takové zvýšení drobivosti, že např. znemožní vyprazdňovat skladovací zásobníky a znesnadní i zkrmování. Nadále je třeba věnovat pozornost i otázkám optimalizace používaných tlaků při výrobě tvarovaných materiálů, neboť potřebná tvrdost briket nezávisí pouze na tlakových poměrech lisovacího ústrojí, ale má souvislost s celou řadou dalších procesů.

ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na prověření metody měření tvrdosti tvarovaného krmiva jako jedné z hlavních fyzikálně mechanických veličin určujících jeho vlastnosti. V průběhu měření se ukázalo, že metoda vtlačování kuličky je velmi vhodná i pro nehomogenní materiál, z kterého se tvarované krmivo skládá, a jsou proto předpoklady pro použití této metody i v běžném provozu.

Literatura

- FIALA, J. — JELÍNEK, A.: Výzkum fyzikálně mechanických vlastností objemových krmiv. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1970.
FIALA, J. — JELÍNEK, A.: Agrofyzikální vlastnosti statkových krmiv. [Závěrečná zpráva.] Výzkumný ústav zemědělské techniky 1973.
JELÍNEK, A.: Některé otázky výroby briket lisováním. Zem. technika, 17, 1971, č. 11-12, s. 687-692.

Došlo dne 5. 3. 1975

ФИАЛА Й., ЕЛИНЕК А. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Твердость фасонного корма. Zem. technika 21 (6) : 317-325, 1975.

В статье содержатся данные измерения твердости фасонных кормов и их зависимость от крошения, удельной массы и индекса разложения частей. Результаты приводятся в таблицах и графиках.

физические свойства фасонных кормов; твердость; способность измельчаться; удельная масса; индекс разложения частей

FIALA J., JELÍNEK A. (Agricultural Machinery Research Institute, Praha - Řepy, Czechoslovakia). *Hardness Properties of Shaped Fodder*. Zem. technika 21 (6) : 317-325, 1975.

The article gives information on findings from measuring the hardness values of shaped fodder, and their effect on crumbling, specific weight and the index of decomposition. The results are plotted in diagrams and listed in tables.

physical properties of shaped fodder; hardness; crumbling; specific weight; index of decomposition

FIALA J., JELÍNEK A. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy, Tschechoslowakei). *Härte der Futterpreßlinge*. Zem. technika 21 (6) : 317-325, 1975.

Im Aufsatz sind Erkenntnisse von der Messung der Härte von Futterpreßlingen und deren Abhängigkeiten von der Krümfähigkeit, spezifischen Maße und Index der Teilzerlegung enthalten. Die Ergebnisse sind in Tabellen und graphischen Darstellungen angegeben.

physikalische Eigenschaften von Futterpreßlingen; Härte; Krümfähigkeit; spezifische Maße; Index der Teilzerlegung

Adresa autorů:

Ing. Jiří Fiala, CSc., ing. Antonín Jelínek, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI z úseku zemědělská technika

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

D 62.130

Mechanizacija životnovodstva na promyšlennoj osnove. Moskva, Kolos 1972. 431 s. obr. tab. (Mechanizace zemědělství — živočišná výroba — příručka)

D 62.129

Spravočnik po mechanizaciji rabot na životnovodčeskich fermach. Lenin-grad, Kolos 1972. 518 s. obr. tab. (Zootechnické stroje — příručka)

D 62.722

Dovidnyk zootechnika po mechanizaciji tvarynnnyetva. Kyjiv, Urožaj 1973. 306 s. obr. tab. (Mechanizace zemědělství — živočišná výroba — příručka)

MOROZOV, M. N.

E 35.889

Effektivnosť kompleksnoj mechanizaciji životnovodčeskich ferm. Moskva, Kolos 1972. 359 s. 86 tab. (Mechanizace zemědělství — komplexní — živočišná výroba — ekonomická efektivnost — příručka)

ZEBEGNYEI, I.

C 22.466/45

Zárt, kötött-tartású, félig-tömbösített takénészeti telep. Gödöllő, Mezög. gépkísérleti intézet 1973. 27 s. 12 obr. 10 tab. (Kravíny vazné — stroje — soustavy — výzkum — Maďarsko)

PEN, CHAR-LIE

E 33.351/285

Untersuchungen zur Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken in Gruppenständen. Diss. d. Justus Liebig - Universität zu Giessen. Giessen, Institut für Landtechnik 1971. 112 s. obr. tab. (Dojení strojní — automatisace — výzkum / Dojení strojní — organisace práce — výzkum — NSR — disertační práce)

SPASOV, M.

E 28.934/1973/2

Mašini i ventilacionni sãoraženija v životnovădnite fermi v danija. Sofija, SSA „G. Dimitrov“ 1973. 85 s. obr. Akademija na selskostop. nauki „G. Dimitrov“ 2/1973. (Kravíny a vepříny — mechanizace / Kravíny a vepříny — větrací zařízení)

METODA MĚŘENÍ A REGISTRACE PŮDNÍCH NEROVNOSTÍ, POUŽITELNÁ K MODELOVÁNÍ POJEZDU ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

Z. Souček

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha - Chodov

SOUČEK Z. *Metoda měření a registrace půdních nerovností, použitelná k modelování pojezdu zemědělských strojů.* Zem. technika 21 (6) : 327-339, 1975.

Vhodná metoda měření půdních nerovností podmiňuje nasazení řady účinných nástrojů použitelných při vývoji nových zemědělských strojů. Jedná se především o teoretické řešení pojezdu po nerovném povrchu pomocí počítačů nebo metodami statistické dynamiky. Krátce je uveden přehled jinde používaných metod. Jsou stanoveny požadavky měření na zjištění rušivé funkce dynamických soustav. Dále je navržena metoda založená na měření zrychlení kopírovacího orgánu. Potřebná dvojnásobná integrace se realizovala počítačemi jednotkami analogového počítače. Jsou vypracovány podmínky správné funkce celé měřicí soustavy. Základním přístrojem je měřicí magnetofon, kterým se registruje měřený průběh zrychlení a po integraci také průběh měřeného profilu. Za uvedených podmínek se metoda jevila jako prakticky použitelná.

měření; modelování; analogové počítače

K návrhu metody měření a registrace půdních nerovností se ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů přistoupilo na základě rozsáhlých poznatků získaných v minulých letech, které potvrzují, že velká část zemědělských strojů musí být dimenzována na dynamické síly působené pojezdem. Jejich znalost v době návrhu stroje je tedy rozhodující pro správné dimenzování. Pojezd je také základním faktorem při řešení správné funkce zemědělského stroje. Funkce je velmi často existencí pojezdu zhoršována. Pro pracovní proces stroje bývá také rozhodující sledování půdních nerovností při zvýšených rychlostech pojezdu.

Všechny tyto důležité otázky vyžadují znalost nerovností a zjištění odezvy navrhovaného mechanického systému na ně. Naznačené problémy je možné řešit při znalosti reliéfu půdních nerovností jako vstupní veličiny (rušivé funkce) např. modelováním na analogovém počítači (Souček, 1972) nebo výpočtem metodami statistické dynamiky.

Spolehlivé a pohodlné měření půdních nerovností tedy podmiňuje nasazení řady účinných nástrojů použitelných ke zrychlení a zkvalitnění vývoje nových zemědělských strojů.

MĚŘENÍ PŮDNÍCH NEROVNOSTÍ

POUŽÍVANÉ METODY

Klasická metoda měření půdních nerovností je založena na použití nivelační soupravy, která udává vodorovnou základnu, vůči které se v pravidelných intervalech odměřují vertikální odlehlosti zkoumané trati. Tuto metodu použil také Wendeborn (1965),

který odměřoval hodnoty v intervalu 15 cm měřicí latí opatřenou kulovou opěrou o průměru 10 cm. Získaný materiál zpracovával numericky (číslicovým počítačem) tak, že nejprve vylučoval vliv sklonu a vliv dlouhých vln. Od naměřených hodnot odčítal „klouzávy průměr“ hodnot ze sousedních 15 m trati. Pro takto upravené hodnoty byly počítány body autokorelační funkce a výkonová spektrální hustota. Základní podklady se získávají nivelační soupravou velmi pracně. Ve VÚZS byla tato metoda použita pro porovnání s metodou popsanou v další části práce.

V literatuře (Šachl, 1971, 1973) je uvedena řada dalších principů, vycházejících zejména z měření nerovností vozovek. Kromě nivelační soupravy se v této oblasti používají obdobné metody, založené na použití napnutého provázku nebo dlouhé latě postupně přikládané k měřené vozovce. Dále se používá pojízdná tříkolečková lať, jejíž prostřední kolečko kopíruje nerovnosti proti oběma koncům a převádí jejich velikost na registrační přístroj. Používají se také latě vícekolečkové nebo posuvné. Jiným přístrojem je registrační profilograf obdobného typu, jaký se používá při zkouškách zemědělských strojů. Dalším přístrojem je tzv. viagraf, který je v základním uspořádání opatřen řadou koleček na vahadlech. To umožní získat měrnou základnu jako průměr výšek jednotlivých koleček. Zdokonalenou formou je tzv. kompenzační viagraf, který kompenzuje některé vlivy uplatňující se při měření. Francouzské provedení tohoto přístroje, používané také v ČSSR (VÚD), se vyznačuje značnými rozměry (délka je 11 m). Jiný přístroj (Windolphuv) pracuje na principu spojených nádob, u kterých hladina rtuti v základní stojící nádobce určuje měrnou výškovou základnu. Další skupina přístrojů je založena na měření sklonu nerovností. Integrací se pak získává průběh výšek profilu. Sклон se měří dvěma kolečkami o malém rozvoru. Registruje se úhel mezi spojnicí těchto koleček a základnou, kterou tvoří dlouhý nosník s malým výkyvem (sleduje rovněž nerovnosti, ale při velké vzdálenosti opěrných bodů). Jiný přístroj využívá jako základny balanční nosník nebo kyvadlo. Značným zdokonalením tohoto typu přístroje je použití letecké gyrovertikály vybavené zařízením ke stálému dotahování osy setrvačníku do svislé polohy podle otáčení země. Zařízení zvané nivelimetr bylo navrženo ve VÚD (Šachl, 1971). Nivelimetr je dále vybaven mechanickým integrátorem, takže se zapisuje mechanickým zapisovačem jak sklon, tak i průběh nerovností. Seřízením se vylučuje vliv základního sklonu vozovky. Nerovnosti se registrují v měřítku 2 : 1 při šířce papíru 32 cm, čímž je dán rozkmit měřených nerovností přibližně 60 cm. Délka se registruje v měřítku 1 : 100. Kolečka mají plné pneumatiky o průměru 22 cm. Přístroj je velmi vhodný pro měření nerovností vozovek. Pro naše účely má nevýhodu v tom, že znepřehňuje skokové nerovnosti kratší než je rozvor dvou měřících koleček (40 cm) a zakresluje krátké vlny profilu v této oblasti délek, neboť nahrazuje tečnu sečnou (i když v našem případě je určitá redukce krátkých vln nerovností požadována).

Další přístroje v této oblasti jsou založeny na zkoumání odezvy vozovky (z měřeného zrychlení) na systému, který po ní pojíždí, např. speciálního vozu nebo přívěsu. Výsledek je pak hodnocen různými způsoby, např. metodami statistické dynamiky (Procházk, 1971). Jsou zde používány i jiné principy, které však nejsou z našeho hlediska důležité.

METODA POUŽITÁ VE VÚZS

Princip metody a konstrukční popis

Metody uvedené v předcházející části článku většinou nevyhovují z hlediska účelu, pro který je třeba ve VÚZS nerovnosti půdního povrchu měřit.

Na metodu měření byly stanoveny následující požadavky:

- a) Výsledek měření reliéfu dráhy musí být registrován měřicím magnetofonem, aby jej bylo možno použít jako vstupní veličinu (budící funkci) do analogového počítače,

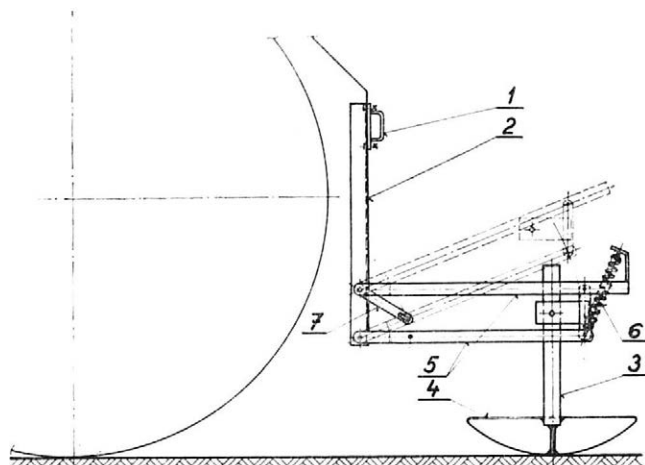
nebo přes analogočíslicový převodník získat podklad pro zpracování na číslicovém počítači (diskrétní hodnoty po pravidelných dráhových intervalech).

- b) Zároveň musí být možnost získat první derivaci dráhy, kterou je rovněž nutné znát pro modelování pojezdu strojů na analogovém počítači.
- c) Je třeba registrovat současně na několika paralelních dráhách odpovídajících stopám kol zemědělských strojů, aby bylo možné jednak zjišťovat vzájemné korelační funkce pro stopy posunuté kolmo na směr jízdy a ve směru jízdy, jednak použít konkrétní záznam jako úplný soubor vstupních budicích funkcí na všechna kola stroje, jehož prostorový model bude sestaven na analogovém počítači.
- d) Je třeba počítat s měřením nerovností o výšce ± 50 cm; vliv svahu by měla metoda vyloučit.
- e) Požaduje se zachování tvaru měřeného reliéfu ve vlnách dlouhých asi do 5 m podrobněji tak, že sousední výraznější nerovnosti při výšce do 20 cm by se měly měřit s amplitudovou chybou do 1 až 2 cm; ve vlnách dlouhých 10 až 15 m by měla být možnost zachytit alespoň hrubě tvar profilu. Těmto požadavkům musí odpovídat nejen amplitudové, ale také fázové zkreslení záznamu.
- f) Je třeba vylučovat alespoň částečně drobné nerovnosti (vlny délky řádově několik cm) a vyloženě poddajné nerovnosti, které se jako budicí funkce neuplatní. Dále je třeba vylučovat náhlé ostré změny tvaru měřeného profilu a alespoň v principu respektovat to, že budicí funkce není věrná geometrická kopie obrysu profilu, ale je určitou ekvidistantou danou zaoblením kola.
- g) Měřicí metoda musí být jednoduchá a v principu by měla používat univerzální měřicí prvky, které VÚZS vlastní, aby bylo možné ji alespoň principiálně ověřit při malých nákladech v časově přijatelném termínu.

Uvedené požadavky se téměř v plném rozsahu (alespoň v principu nebo za určitých podmínek) podařilo splnit metodou, která je založena na měření svislého zrychlení kopírovacího orgánu, objíždějícího při rovnoměrné jízdě měřený profil po zvolené stopě. Kopírovací orgán je připojen k libovolnému podvozku (např. k rámu měřicího vozu). Integrací zrychlení se získá první derivace dráhy (viz bod b) a další integrací dostaneme vlastní průběh nerovností na zvolené trati. Tento princip se v oboru měření nerovností vozovek nepoužívá. Důvodem je zřejmě to, že je značně náročný použitím dvojnásobné integrace. Tuto integraci lze pro požadovaný stupeň přesnosti dělat pouze laboratorně, což vyžaduje drahý měřicí magnetofon. Další důvod spočívá v tom, že v našem případě se požaduje měření kratších vln a také v tom, že terénní nerovnosti jsou zvlášť v oblasti krátkých vln o řád větší než na vozovkách, tedy měřené zrychlení je značně vyšší. Naopak vlivem nižší tuhosti přirozeného povrchu ve srovnání s vozovkami je parazitní šum na průběhu zrychlení v našem případě nižší (viz dále). To vše výrazně zvyšuje přesnost této metody a umožňuje její použití pro naše účely.

Konstrukční provedení kopírovacího zařízení je zřejmé z obr. 1. Ližina 4, která kopíruje nerovnosti, je s nosným rámem spojena přes paralelogram 5, který zaručuje, že při výkyvu ramen paralelogramu zůstává osa snímače zrychlení ve svislé poloze. Tento snímač je namontován na ližině, která je opatřena kruhovým segmentem o průměru 700 mm. Kruhový segment místo celého kola byl zvolen proto, že snižuje potřebnou stavební výšku, což umožňuje montáž kopírovacího zařízení (např. za kolo stroje). Vyloučil se také požadavek výroby přesně centrického kola a vliv případných vůlí. Průměr 700 mm byl volen jako přibližná dolní hranice průměru kol zemědělských strojů. Velké průměry by příliš vyhlazovaly zkoumané profily. Dodatečné vyhlazení je možné zvětšit filtrací při zpracování signálů. Ližina klouže po kopírovaném povrchu. K odfiltrování krátkodobých vysokých špiček zrychlení ližiny je segment obložen pásem gumy s vrstvou molitanu. Celková tloušťka obložení v namontovaném stavu je asi 11 mm, takže při místních deformacích řádově několik milimetrů nezkrusuje nedovoleným způsobem měření.

1. Konstrukční provedení kopírovacího zařízení k měření půdních nerovností



Snižuje se tím i kopírování drobných tuhých nerovností. Použití paralelogramu pochopitelně nevylučuje kolísání sklonu základního rámu při přejíždění sousedních nerovností. Chyba je však v dovolených mezích. Rovněž zkreslování tvaru ve směru pojezdu, závislé na délce ramen paralelogramu, je pro daný účel v přijatelných mezích.

Pružinou 6, jejíž předpětí je možné měnit, se dá regulovat přítlačná síla ližiny na půdu, což zdokonaluje přesnost kopírování a spolu s váhou zařízení vyvozuje celkovou přítlačnou sílu, která deformuje měkké výstupky nerovností. Táhl 7 umožňuje zajistit celý mechanismus ve zvednuté poloze při transportu.

Pro převážnou část měření s kopírovacím zařízením se použily snímače zrychlení SZ-20 firmy Mikrotechna, které přes některé známé nedostatky (nízkou absolutní přesnost a nedodržení udávaných frekvenčních vlastností) byly vhodné (některé vybrané vzorky s dobrou stabilitou nuly a nízkou hysterezí). Tyto snímače byly připojeny k zesilovačům TDA-6. Výstup se registroval čtrnáctikanálovým měřicím magnetofonem firmy Bell a Howell (při rychlosti posuvu pásky 15 ips). Paralelně se registroval také proudový výstup (pro kontrolu měřených veličin) smyčkovým oscilografem Galvomat (rovněž firmy Bell a Howell). Uvedené přístroje s dalšími přístroji pomocnými jsou zabudovány v měřicím voze VÚZS. Registrované zrychlení se integrovalo při reprodukci z měřicího magnetofonu analogovým počítačem MEDA 40 TA způsobem uvedeným v další části práce.

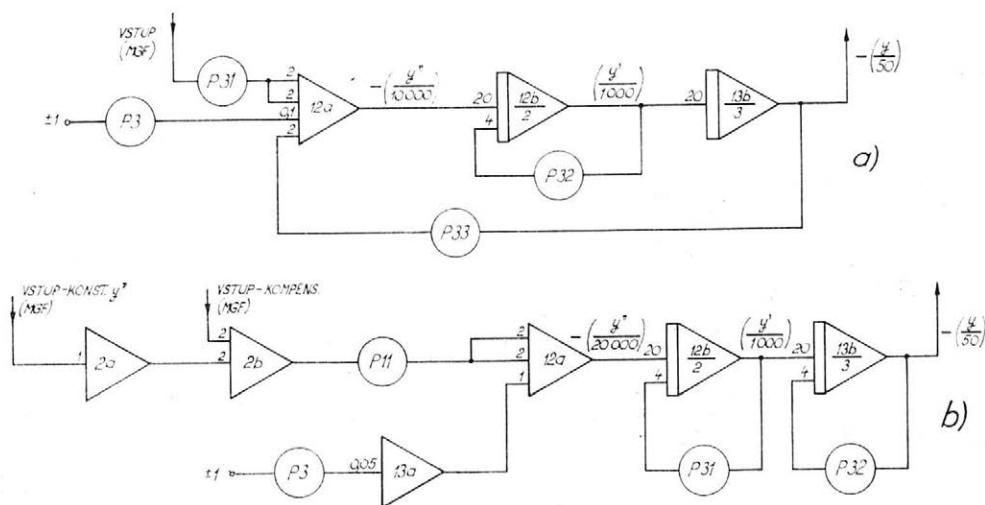
Integrace na analogovém počítači

Použitá metoda je založena na měření zrychlení. Registrace měřicím magnetofonem se děje v závislosti na čase. Za předpokladu rovnoměrné jízdy kopírovacího zařízení lze dvojnásobnou integrací získat průběh nerovností kopírovaného profilu.

V principu se jedná při použití analogového počítače o velmi jednoduchou operaci realizovatelnou dvěma integrátory za sebou. Tento způsob však není možné v tomto jednoduchém uspořádání prakticky použít. V měřeném signálu (záznamu zrychlení) je určitá konstantní složka, vzniklá například nedokonalým vyvážením tenzometrického zesilovače. V principu je nutné připustit i určité kolísání nulové hladiny během samotného měření. Na výstupu operačních zesilovačů se objevuje i při nulovém vstupním napětí určitá malá hodnota (drift), kterou lze považovat za nestabilitu nuly. Při použití dvou integrátorů za sebou dojde uvedenými vlivy k postupnému narůstání výstupního signálu a k zahlcení operačního zesilovače. Jestliže před vstup prvního integrátoru před-

řadíme sumátor, kterým od užitečného signálu odečteme konstantní hodnotu nastavenou tak, aby se vyloučilo rozvážení vstupního signálu (utvoříme přesně centrovanou hodnotu), a vhodným postupem kompenzujeme také vliv driftu zesilovačů, je možné integrovat některá měření i tímto jednoduchým způsobem. Prakticky je však účelné i při vyloučení hrubých nedostatků uvedeným způsobem (vyrovnáním nulových hladin) zavést další opatření, kterým je zavedení zpětných vazeb. Tyto zpětné vazby omezují frekvenční rozsah zvláště v oblasti nízkých frekvencí, ale zvyšují stabilitu celého obvodu. Velikost zpětné vazby je určitým kompromisem mezi oběma požadavky.

K názornému osvětlení lze použít následující analogie z mechaniky. Jednoduchý obvod se dvěma integrátory bez zpětných vazeb je modelem hmoty v prostoru, na kterou působí proměnná síla (úměrná naměřenému zrychlení). Pak pohyby této hmoty jsou bez fázových nebo amplitudových chyb úměrné zkoumanému profilu, a to i při frekvencích blízkých nule. Je zřejmé, že i při velmi malé střední hodnotě síly dojde postupně k jednostrannému pohybu hmoty. Tomuto jednostrannému pohybu hmoty jde logicky zabránit zavěšením na pružinu, která se deformuje úměrně k působící síle. Přítomnost konstantních složek signálů vyloučí tato myšlená pružina tím, že dovolí posunutí hmoty jen o určitou konstantní hodnotu, kolem které se dále hmota pohybuje úměrně k tvaru profilu. Pro náhodnou rušivou sílu musí mít hmota na pružině tlumení, nemá-li dojít k rozkmitání hmoty s nekonečným rozptylem. Tímto postupem se získává zapojení počítaací sítě podle obr. 2a.



2. Programové schéma pro dvojnásobnou integraci zrychlení zaznamenané měřicím magnetofonem pro dva různé způsoby použití zpětných vazeb

K vyrovnání střední hodnoty na nulu se používá potenciometr P3, zpracovávaný signál jde přes P31, který umožňuje nastavit měřítko podle cejchovní výchylky na záznamu. Potenciometr P32 nastavuje veličinu odpovídající tlumení a P33 tuhosti pružiny. Při harmonickém signálu na vstupu $\sin \omega t$ (odpovídá y'') dostáváme na výstupu podle známého vzorce z dynamiky

$$y = \frac{1}{k \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 2\xi\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}} \sin(\omega t - \varphi) \quad (1)$$

Zde k značí tuhost, ω_n vlastní frekvenci a ξ poměrný útlum. Fázové zpoždění je

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\xi \frac{\omega}{\omega_n}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} \quad (2)$$

Ideální integrace harmonického signálu je dána vztahem $y'' = -\omega^2 y$, tedy

$$y = -\frac{1}{\omega^2} \sin \omega t \quad (3)$$

Pro jednotkovou hmotu, tlumení blízké nule, poměr ω/ω_n vysoký vůči jedničce, přejde y pro $\varphi = 2\pi$ na rovnici (3). Je tedy zřejmé, že obvod podle obr. 2a v nadkritické oblasti s amplitudovou a fázovou chybou podle rovnice (1) a (2) může pracovat jako dvojnásobná integrace.

Jinou možnost integračního obvodu se zpětnými vazbami znázorňuje obr. 2b. Jestliže na výstupu prvního integrátoru je funkce x , na výstupu druhého funkce y a na vstupu prvního zavedeme $\sin \omega t$ a zpětná vazba prvního je přes koeficient k_1 a druhého přes koeficient k_2 , pak zřejmě platí

$$\frac{dx}{dt} = \sin \omega t - k_1 x$$

$$\frac{dy}{dt} = -x - k_2 y$$

Tuto soustavu rovnic lze řešit např. Laplaceovou transformací

$$p X(p) + k_1 X(p) = \frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$$

$$p Y(p) + X(p) + k_2 Y(p) = 0$$

Úpravou dostaneme

$$Y(p) = -\frac{\omega}{(p^2 + \omega^2)(p + k_1)(p + k_2)}$$

Použitím slovníku Laplaceovy transformace, který uvádí např. Nixon (1965), dostaneme pro ustálený stav

$$y(t) = -\frac{\sin(\omega t - \varphi)}{\sqrt{(k_1^2 + \omega^2)(k_2^2 + \omega^2)}} \quad (4)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega}{k_1} + \arctg \frac{\omega}{k_2} \quad (5)$$

Z rovnic je zřejmé, že vliv k_1 a k_2 na $y(t)$ a φ je zcela rovnocenný. Pokud vlastnosti obou použitých integrátorů jsou stejné, není důvod k volbě různých hodnot. Pro $k_1 = k_2 = k$ je

$$y(t) = -\frac{1}{k^2 + \omega^2} \sin(\omega t - \varphi) \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{\omega}{k} \quad (7)$$

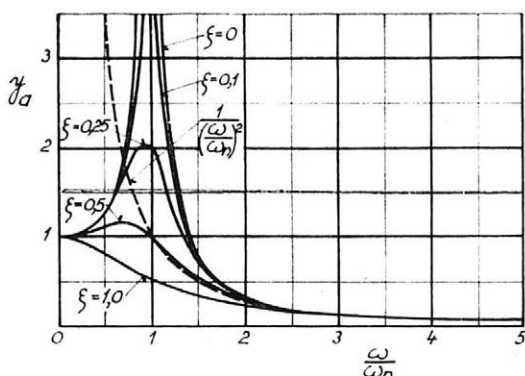
Je zřejmé, že pro $k = 0$ pracuje obvod podle obr. 2b jako ideální dvojnásobná integrace. Z obr. 3 je možné posoudit amplitudové a fázové chyby použitých obvodů. V obr.

3a je vynesena funkce, z které lze posoudit amplitudy harmonické funkce podle rovnice (1), tj. zapojení podle obr. 2a

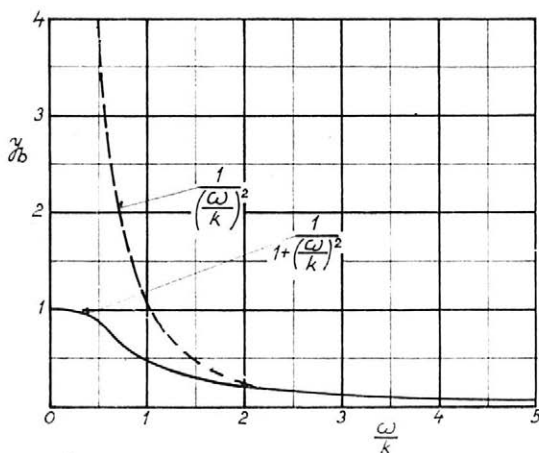
$$y_a = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 2\xi\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}} \quad (8)$$

3. Charakteristiky integračních obvodů

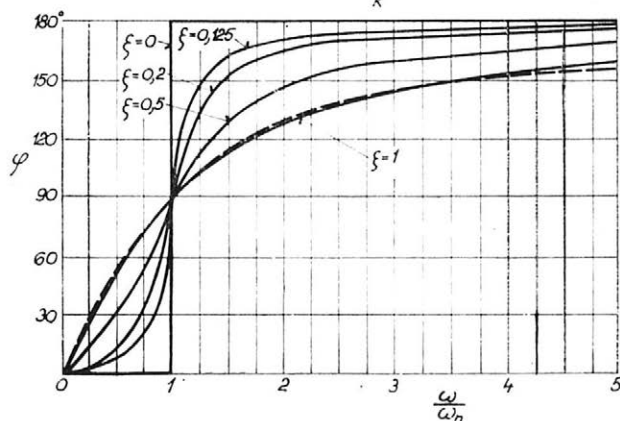
- a) amplitudová pro zapojení podle obr. 2a (čárkovaně pro ideální integraci)
- b) amplitudová pro zapojení podle obr. 2b (čárkovaně pro ideální integraci)
- c) fázová (pro zapojení podle obr. 2a a čárkovaně podle obr. 2b)



a)



b)



c)

Pro srovnání je čárkovane vynesena také závislost $1/(\omega/\omega_n)^2$. Obdobne na obr. 3b je vynesena funkce, která dovoli zhodnotit amplitudy podle rovnice (6), tj. zapojení podle obr. 2b. Opět pro srovnání je vynesena závislost $1/(\omega/k)^2$

$$y_b = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{k}\right)^2} \quad (9)$$

V obr. 3c je vynesena rovnice (2) ke zhodnocení fázových chyb v obvodu podle obr. 2a (ideální je fázový posuv 180°). Čárkovane je pro srovnání vynesena závislost (7). V tomto případě je na osu x vynášeno ω/k .

Z grafického znázornění plyne, že obvod podle obr. 2a dává lepší možnosti kombinaci k získání minimálních amplitudových a fázových chyb než obvod podle obr. 2b. Prakticky dosažitelná zlepšení však nebyla tak výrazná, aby bylo nutné volit toto zapojení, které vyžaduje nastavovat dva rozdílné parametry (tlumení a tuhost). Předností zapojení podle obr. 2b je to, že je možno volit pouze jeden parametr stejný u obou integrátorů, což zjednodušuje práci. Toto hledisko je rovněž důležité, neboť při zpracování každého měření se zpětné vazby přestavují.

Je zřejmé, že rovněž pro obvod na obr. 2a by bylo možné podle vhodných kritérií rychle získat vztah mezi oběma parametry, a tak dále zlepšit integraci. Jak však plyne z dalších úvah, nebylo zatím nutné tuto menší možnost zlepšení hledat, neboť větší váhu mají vlastní záznamy zrychlení.

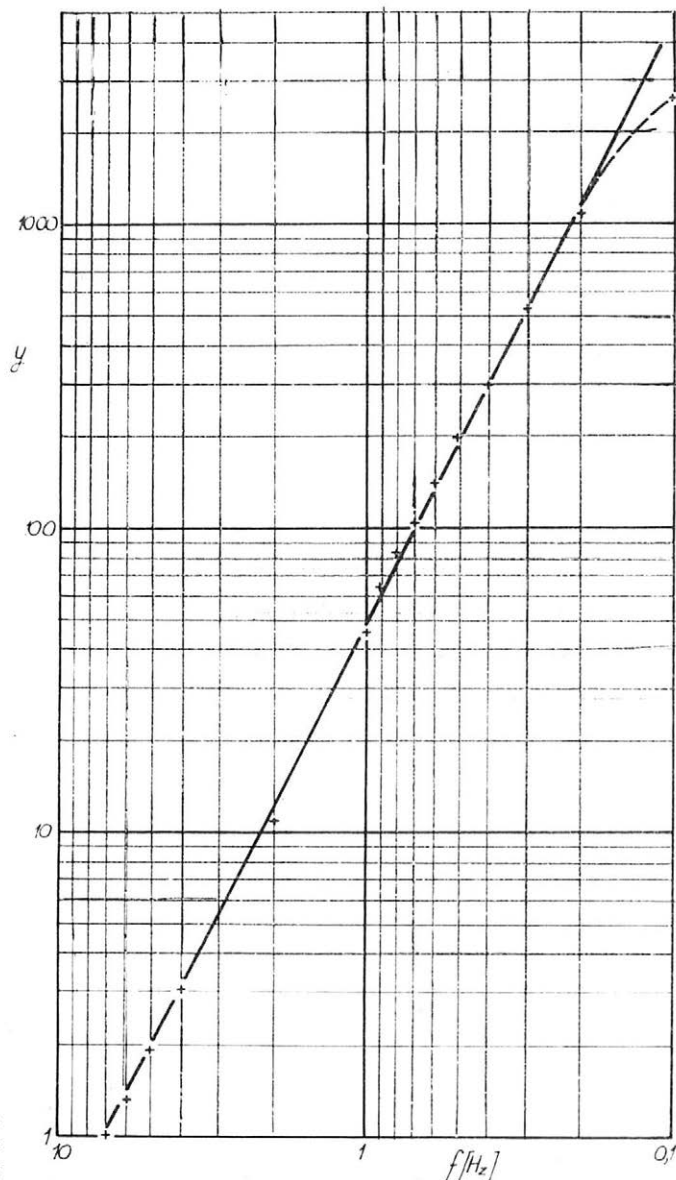
VÝSLEDKY A ZHODNOCENÍ

S kopírovacím zařízením podle obr. 1 se udělalo celkem 46 různých praktických měření, při kterých se registrovalo zrychlení kopírovacího orgánu při sledování půdních nerovností, popř. s dalšími veličinami. Prvním cílem těchto praktických zkoušek bylo ověřit možnost použití navržené metody. Dále se měla zjistit nejvýhodnější pojízdná rychlost při kopírování půdních nerovností, ověřit vhodnost použití snímačů SZ-20 k danému účelu a vybrat nejvhodnější alternativa obložení povrchu kopírovacího orgánu (ližiny). V další fázi se měly získat podklady pro praktické hodnocení možnosti použitého principu a dále pak záznamy měření konkrétních tratí, které by umožnily v následující etapě jejich využití k detailnějšímu ověření metody modelování pojezdu zemědělského stroje.

Byly zkoušeny rychlosti 1 až 2 m s^{-1} . Při výběru nejvhodnější rychlosti je třeba respektovat především dvě hlediska. Aby se dosáhlo dostatečné úrovně měřeného zrychlení, uplatňuje se snaha volit spíše vyšší rychlosti z uvedeného rozmezí. Kopírovací orgán dobře sledoval povrch i při těchto vyšších rychlostech. Zvyšováním rychlosti se však značně zhoršuje průběh měřeného zrychlení. Na užitečné zrychlení se superponují krátkodobé špičky plynoucí z odezvy kopírovacího orgánu na mikronerovnosti a charakter povrchu sledované dráhy. V principu tento parazitní signál, který má charakter krátkodobých impulsů, nevadí, neboť se dalším zpracováním vyloučí v soulase s jeho fyzikální podstatou (vzniká jako zrychlení z velmi rychlých pohybů o nepatrné amplitudě). Když však úroveň těchto krátkodobých špiček značně převyšuje vlastní užitečný signál (ve zrychlení), snižuje se přesnost měření užitečného signálu. Rozsah měřicího zesilovače je nutno volit tak, aby parazitní špičky nebyly příliš zkreslovány; jinak by docházelo ke zkreslení výsledného průběhu při dalším zpracování, což by vedlo k nízké úrovni užitečného signálu v rámci zvoleného rozsahu. Ještě závažnější je to, že vlastní snímač zrychlení vykazuje zhoršené vlastnosti (z hlediska stability nuly a hystereze), jestliže do nízkého užitečného signálu jsou zařazeny vysoké špičkové hodnoty. Nepříznivé špičky je možné

ze záznamů zrychlení dodatečně odstranit filtrací. I když se tímto způsobem velmi výrazně změní průběh zrychlení, je výsledný průběh dráhy zcela totožný. Vhodná filtrace tedy umožňuje vyhladit průběh zrychlení, což je výhodné tehdy, jestliže krátkodobé špičky, přesahující počítač jednotku, zastavují integraci. Je však třeba zdůraznit, že uvedené chyby se filtrací neodstraňují.

K principiálnímu snížení vzniku nepříznivého průběhu zrychlení je možné přispět volbou spíše nižší pojízdné rychlosti. Na zkoušených typech povrchů (strniště, louka, částečně zkyplený povrch) se osvědčila rychlost kolem 5 km h^{-1} . Většina měření byla v rozsahu $1,4$ až $1,5 \text{ m s}^{-1}$. Přitom rozhodující je charakter kopírovaného povrchu. Za vel-



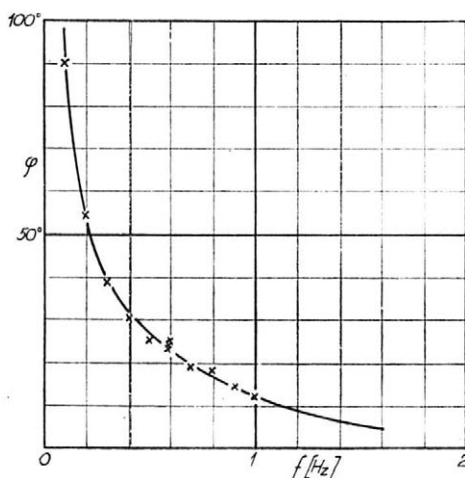
4. Amplitudová charakteristika pro obvod podle obr. 2b ($P_{31} = 0,1$; $P_{32} = 0,2$)

mi příznivých podmínek (např. zkyprěný nebo namoklý povrch) by zřejmě bylo možné rychlost zvýšit.

Zjistilo se, že obložením ližin lze velmi výrazně ovlivnit vznik uvedených parazitních signálů.

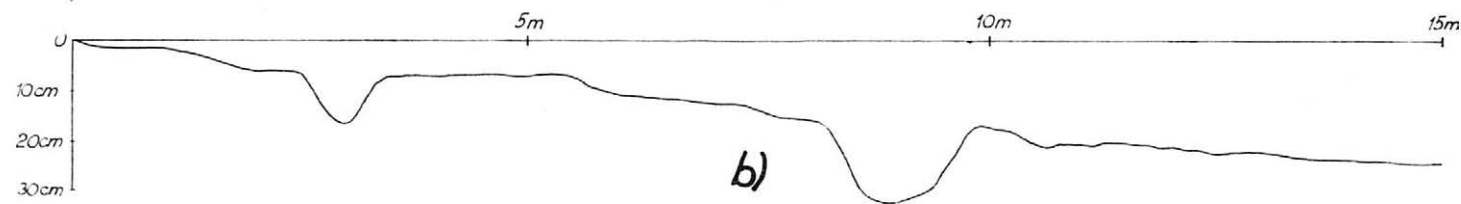
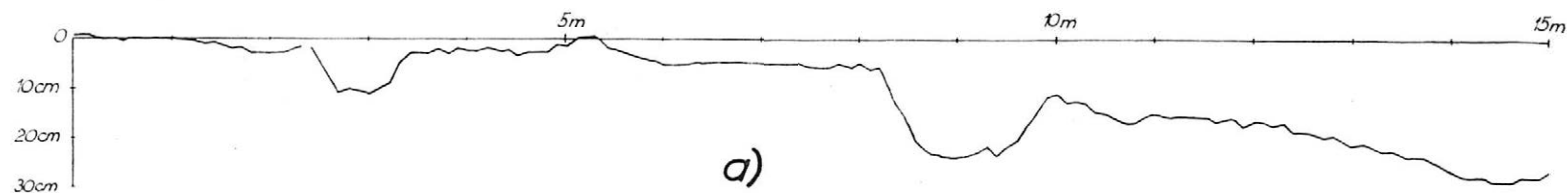
Velmi příznivě se na funkci kopírovacího zařízení projevilo, jestliže kopírovaný povrch byl snímán po dešti. Navlhčení změkčuje povrch a snižuje součinitel tření (průběh zrychlení byl velmi příznivý). Vyzkoušeli jsme také sadu snímačů zrychlení SZ-20. Většina z nich neposkytovala příznivé výsledky. Při vyhovujícím průběhu zrychlení umožňoval získat nejlepší výsledky pouze jeden snímač.

V této části práce je třeba uvést také výsledky zkoušek a praktické výsledky s integračními obvody podle obr. 2. Toto hodnocení však není jednoznačné, neboť vlastnosti zkoušeného obvodu (např. amplitudová a fázová charakteristika) závisí na velikosti zpětných vazeb. Tyto zpětné vazby bylo nutno volit zkusmo (na základě praktických zkoušek), v čemž je určitá libovůle. Navíc volba zpětných vazeb souvisí s vlastnostmi použitých prvků, tj. snímače, zesilovače, měřicího magnetofonu a použitých počítačích prvků, které vykazují určitý rozptyl. Uvedené výsledky nelze zobecňovat, ale je třeba je chápat spíše jako příklad hodnocení toho, co se v dané soustavě prakticky jeví jako nejvýhodnější.



5. Fázová charakteristika pro obvod podle obr. 2b ($P_{31} = 0,1$; $P_{31} = 0,2$); (pozn.: pro porovnání s obr. 3 je třeba uvažovat, že 180° odpovídá v obr. 5 0°)

Na obr. 4 a 5 jsou charakteristiky nejpoužívanějšího zapojení. Je zřejmé, že počítáme-li pouze amplitudové chyby, můžeme pracovat do 0,15 až 0,20 Hz, což při rychlosti $1,5 \text{ m s}^{-1}$ odpovídá vlně o délce kolem 8 m; tato vlna má však již fázové zkreslení, které by způsobilo posunutí více než 1 m. Např. složka 1 Hz má posunutí 5 cm. Fázové zkreslení působí změnu tvaru měřeného profilu; je obtížné posoudit, jaké hodnoty jsou přípustné. Ze získaných výsledků se zjistilo, že v případech, kdy bylo možné použít zapojení s charakteristikami podle obr. 4 a 5 byly výsledky prakticky vyhovující. Další zlepšení tvaru, tj. přiblížení k nivelaci získanému profilu, nastalo, když magnetický záznam zrychlení se reprodukoval při dvojnásobné rychlosti posuvu páska. Při stejných zpětných vazbách a příslušné změně měřítka (čtyřikrát zvětšen výstup) bylo možno integrovat stejné záznamy při dvakrát nižších frekvencích, což je velice významný zisk. Tímto způsobem bylo možné získat např. zápis profilu podle obr. 6. Z obr. 6 je zřejmé, že použitím kopírovacího orgánu podle obr. 1 se profil vyhlazuje. Dochází také k určité transformaci profilu (ve shodě s požadavky); např. prohlubně se zužují. Vliv sklonu trati



6. Srovnání výsledků měření profilu vybrané trati

a) nivelací

b) integrací zrychlení ližiny (obr. 1); integrace podle obr. 2b pro $P_{31} = P_{32} = 0,15$ při dvojnásobné rychlosti posuvu pásku magnetofonu

lze při zpracování vyloučit, resp. snížit jednak potenciometrem P3 (obr. 2b), zpětnými vazbami, popř. odečtením průměrného sklonu trati (prakticky střední přímky) dalším sumátorem dodatečně. Uvedené výsledky jsme získali tak, že kopírovací zařízení bylo namontováno na podvozku měřicího vozu (na zadní části rámu). Při vlastním měření vůz neprojížděl dvěma výrazně hlubšími prohlubněmi kopírované trati, což zřejmě přispívá k rovnoměrnosti jízdy.

Při další skupině měření se z důvodů, které byly uvedeny, registrovaly průběhy zrychlení kopírovacích orgánů na čtyřech tratích současně. Příslušná kopírovací zařízení byla umístěna za koly sklizeče píce. Současně se zrychleními ližin se měřilo zrychlení těžiště samochodu a síly (z namáhání náprav elektrickými odporovými tenzometry) na zadní nápravu a levou přední nápravu (v první fázi také zatížení pravé přední nápravy). Tyto další veličiny se měřily proto, aby bylo možné v další fázi řešení srovnat veličiny získané na matematickém modelu samochodu buzeného profily měřených tratí s obdobnými veličinami skutečného modelu. Vlastní zpracování těchto výsledků, tj. dvojnásobná integrace výstupu z prvního magnetofonu výše popsaným způsobem, se dělalo pro všechna čtyři kola současně (při dvojnásobné rychlosti posuvu). Výsledky integrací se současně registrovaly (při stejné rychlosti) druhým magnetofonem firmy Bell a Howell, na jehož další stopy se zaznamenaly také ostatní reprodukované stopy z prvního magnetofonu (tj. síly a zrychlení těžiště) spolu se slovním doprovodem původního měření. Při reprodukci, při původním posuvu, se tedy získávají vstupní veličiny pro počítač (buď pro modelování nebo statistické zpracování) spolu s dalšími podklady pro srovnání s výsledky výpočtu. Rovněž slovní doprovod je v původním znění.

Měřítka, ve kterých pracují obvody podle obr. 2, byla určena teoretickým způsobem, j. metodou normalizace. Praktické hodnoty dobře odpovídaly hodnotám teoretickým.

Literatura

- NIXON, F. E.: Principy soustav automatického řízení. Praha 1965.
PROCHÁZKA, M.: Prvá použití metody statistické dynamiky při měření rovinatosti silničních a dálničních vozovek. Sborník z 1. semináře o povrchových vlastnostech vozovek. Praha 1971.
SOUČEK, Z.: Model pojezdu samostatného sklizeče píce. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělských strojů 1972.
ŠACHL, J.: Nivelimetr — nový přístroj na měření rovinatosti vozovek. Sborník z 1. semináře o povrchových vlastnostech vozovek. Praha 1971.
ŠACHL, J.: Měření rovinatosti vozovek. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzk. ústav dopravní 1973.
WENDEBORN, J. O.: Die Unebenheiten landwirtschaftlicher Fahrbahnen als Schwingungserreger landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Grundlagen der Landtechnik, 1965, č. 2.

Došlo dne 2. 4. 1975

СОУЧЕК З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов, Чехословакия). Метод измерения и регистрации почвенных неровностей, примененный для моделирования движения сельскохозяйственных машин. Зем. техника 21 (6): 327-339, 1975.

Подходящий метод измерения почвенных неровностей обуславливает внедрение ряда эффективных орудий, применимых при развитии новых сельскохозяйственных машин. Речь идет, прежде всего о теоретическом решении движения по неровной поверхности, путем моделирования при помощи вычислительных машин, или по методам статистической динамики. Приводится краткий обзор применяемых в другом месте методов. Устанавливаются требования измерения для определения возбуждающей функции динамических систем. Далее, предложен метод, основанный на измерении ускорения копирующего органа. Необходимая двукратная интеграция была осуществлена при помощи считающих органов аналоговой вычислитель-

тельной машины. Разработаны условия правильного действия всей измерительной системы. Основным прибором является измерительный магетофон, при помощи которого регистрируется измеренная кривая ускорения, а после интеграции также кривая измеряемого профиля. В указанных условиях метод оказался применимым на практике.

измерение; моделирование; аналоговые вычислительные машины

SOUČEK Z. (Agricultural Machinery Research Institute, Praha - Chodov, Czechoslovakia). *Method of Measuring and Recording Unevenness of Soil, for Use in Modelling the Advance Rate of Agricultural Machines*. Zem. technika 21 (6) : 327-339, 1975.

A suitable method of measuring the unevenness of ground makes it possible to apply effective means when designing new agricultural machines. This concerns primarily a theoretical solution of travel on uneven terrain, by modelling by help of computers, or by help of statistical-dynamics methods. The article gives a brief review of methods used abroad, before determining the demands of measuring so as to ascertain the disturbing functions of dynamic systems. He also suggests a new method based on measuring the acceleration of the copying organ. Double integration was realized by help of an analogue computer system. Conditions for the correct function of the whole measuring system, were found. The basic apparatus is a measuring tape recorder which records the course of acceleration and, after integration, also the course of the measured terrain profile. Under given conditions, the method was found suitable for practical application.

measurement; modelling; analogue computers

SOUČEK Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha - Chodov, Tschechoslowakei). *Meßmethode und Registrierung von Bodenunebenheiten, die zur Modellierung der Fahrt von Landmaschinen verwendbar sind*. Zem. technika 21 (6) : 327-339, 1975.

Die geeignete Meßmethode für Bodenunebenheiten bedingt den Einsatz einer Reihe von wirksamen Instrumenten, die für die Entwicklung neuer Landmaschinen verwendbar sind. Es handelt sich vor allem um die theoretische Lösung der Fahrt auf unebener Oberfläche durch Modellierung mittels Rechenanlage oder Methoden der statistischen Dynamik. In Kürze wird die Übersicht der anderswo gebräuchlichen Methoden aufgeführt. Es werden Forderungen der Messung zur Ermittlung der erregenden Funktion von dynamischen Systemen festgelegt. Ferner wird eine auf dem Messen der Beschleunigung des Kopierorganes gegründete Methode entworfen. Die erforderliche zweifache Integration wurde durch Zähleinheiten eines Analogrechners realisiert. Es werden Bedingungen einer richtigen Funktion des ganzen Meßsystems ausgearbeitet. Das Grundgerät ist ein Meßtonbandgerät, womit der zu messende Beschleunigungsverlauf und nach der Integration auch der Verlauf des zu messenden Profils registriert wird. Unter angeführten Bedingungen erschien die Methode als praktisch anwendbar.

Messung; Modellierung; Analogrechner

Adresa autora:

Ing. Zbyněk Souček, CSc., Výzkumný ústav zemědělských strojů, 149 43 Praha 4 - Chodov

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 7 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

budou uveřejněny následující články:

- K. P r o k o p, V. L e g á t, T. D o u c h a: Optimalizace počtu opravářů pro zabezpečení spolehlivosti skupinově nasazených sklizečů
- J. K ř e m e n á k: Agrofyzikální vlastnosti stonku přadného lnu
- A. J a n e č e k: Analýza změny optimální rychlosti agregátu jako odraz změny fyzikálně mechanických konstant pracovních podmínek
- D. H u t l a: Racionální chov dojnic
- O. K a š t á n e k: Tvorba a vliv martenzitických struktur ostří na životnost plužních čepelí

TRVANLIVOST OSTŘÍ PLUŽNÍCH ČEPELÍ ZPEVNĚNÝCH NAVAŘOVÁNÍM

O. Kaštánek

Vysoká škola zemědělská, Brno

KAŠTÁNEK O. *Trvanlivost ostří plužních čepelí zpevněných navařováním*. Zem. technika 21 (6) : 341-353, 1975.

Příspěvek se zabývá vývojem nového typu plužní čepel. V úvahu se bere domácí zkušenost i sovětská praxe, že čepel nemusí vyhovovat pro extrémní půdní podmínky. Uvažuje se proto o určení některých jiných vhodných technologií pro výrobu menšího počtu čepelí pro zvláštní podmínky. Článek seznamuje s nejnovějšími dobrými výsledky v technologii navařování ostří plužních čepelí prášky domácího původu. Předběžný ekonomický rozbor ukazuje, že trvanlivost čepelí s navařovaným ostřím je značně vyšší než běžných čepelí. Další provozní zkoušky ověří vhodnost většího rozšiřování tohoto postupu.

standardní plužní čepel; životnost; technologie navařování ostří navařovacími prášky čs. výroby; ekonomie

Plánované zvyšování efektivity zemědělské výroby se projevilo ve čtvrtém roku páté pětiletky podstatnými změnami i v obdělávání půdy a zvláště v orbě. Zemědělským závodům se stále ve větší míře přidělují energetické stroje o vyšší výkonnosti a pracovních rychlostech (např. Š-180, K-700 apod.), výkonnější pluhy jsou ve stadiu ověřovacích zkoušek. Strategickým bodem zvyšování efektivity orby však zůstává plužní čepel a její životnost. Je předmětem zájmu oceláren, výrobních závodů i výzkumných ústavů již celou řadu let, a to jak z hlediska požadavků agrotechnických, tj. kvality přípravy půdy, tak z důvodů ekonomických, a přesto je její současná životnost poněkud nízká (Maláč, 1970).

Proto je v současné době používána čepel i při dosud běžné renovaci ostřenin příčinou značných prostojů při výměnách, které budou při dalším zvyšování výkonů agregátů dále narůstat. Je tedy nutné velmi kladně hodnotit snahu Výzkumného ústavu zemědělských strojů v Praze-Chodově o zásadní řešení otázek životnosti plužních čepelí komplexním resortním výzkumným úkolem. Na řešení tohoto úkolu se za úzké spolupráce agronomů a konstruktérů podílejí pracovníci z oboru vývoje materiálů, technologie, ze zkušeben a závodů na výrobu zemědělských strojů (ROSS, SVÚM, VŽKG, VŠZ a ÚVSH).

Studijní zpráva k materiálově technickému řešení výroby plužních čepelí (L a p č í k o v á, 1973) uvádí přehledně dosud používané materiály, pokusy o zlepšení jejich vlastností v minulých letech, světové směry vývoje ocelí používaných v podmínkách abrazivního opotřebení, rozbor možností volby materiálu výchozího polotovaru a technologie hromadné výroby nových typů plužních čepelí.

Volbě materiálu a tepelného zpracování plužních čepelí byla od roku 1955 věnována velká pozornost jak v závodě Agrostroj (nyní ROSS), n. p., Roudnice, tak ve VÚZS v Praze-Chodově a ve VŽKG Ostrava-Vítkovice. Zajímavé je, že tehdejší tendence úspor ušlechtilých ocelí zasáhla i plužní čepel, které se místo z oceli 12 060 dále vyráběly z oceli 11 700.

Ve studii L a p č í k o v é (1973) se také shrnuje vliv různých technologií tepelného zpracování (včetně zušlechťování, povrchového kalení, izotermického kalení) na životnost plužních čepelí se závěrem, že čepel z oceli 12 060 mají po zušlechťování trojnásobně vyšší životnost než čepel z téhož materiálu tepelně nezpracované. Dále se zpráva zmiňuje i o průkazném zvýšení životnosti čepelí zušlechťováním břitů, které je u zahraničních čepelí daného druhu běžné, avšak v té době nemohl monopolní výrobce čepelí (ROSS Roudnice) s ohledem na nedostatečné vybavení ve výrobním zařízení takové tepelné zpracování zajistit. Proto se ani v dalším období složitější technologie vývojově nesledovaly. Poněvadž se stav vybavenosti tohoto závodu v oboru tepelného zpracování ani dodnes podstatně nezlepšil, není schopen kvalitně ani produktivně komplikovanější tepelné zpracování čepelí zajistit.

Realizační výstup resortního výzkumného úkolu (P a n g r á c, 1973) určuje pro nový typ plužních čepelí, které se mají vyrábět od roku 1976, tyto hlavní zásady:

- a) jednorázové — bez jakékoliv další renovace,
- b) jednotné — lichoběžníkového tvaru,
- c) z ocele nízkolegované, popřípadě s mikrolegurami, vhodně tepelně zpracované, o vyšší abrazivzdornosti než má dosud používaná ocel 12 060, která vyplynula z materiálově technologického výzkumu výroby nových typů plužních čepelí řešeného ve VŽKG (L a p č í k o v á, 1973a).

Zkušenosti však ukazují, že ve zcela extrémních půdních podmínkách pravděpodobně nebude stačit jednotný typ čepelí. Nasvědčují tomu i sovětské poznatky (B l a c h a, H a v r á n e k, 1970), neboť celkový objem roční výroby 18 miliónů kusů plužních čepelí představuje čepel různého tvaru, z různého materiálu, s různým tepelným zpracováním, popřípadě i s jinou úpravou břitu. V závodě VŘSR v Oděse se z tohoto množství vyrobí asi 7 miliónů kusů (tj. 39 %) na třech výrobních linkách dvěma různými technologiemi. Dvě linky produkují čepel s krátkým kaleným břitem, které jsou vhodné pro písčité a kamenité půdy, třetí linka produkuje čepel s navařovaným břitem tvrdokovem, které jsou určeny pro hlinité půdy.

Avšak podobně jako v Sovětském svazu, ani čs. zemědělství nebude po roce 1976 — kdy se zavede na základě realizačního výstupu vyřešeného výzkumného úkolu (P a n g r á c, 1973) jednotná a jednorázová čepel -- v situaci, že by tuto čepel muselo jediné používat ve všech půdních podmínkách, tedy i v extrémních. V takovém případě jsou v ČSSR dostatečné

poznatky i nejnovější zkušenosti s jinými technologiemi; s výsledky dvou z nich stručně seznamuje tento příspěvek. Na základě těchto poznatků se jeví hodnocení jiných technologií, s kterými se nepočítá pro výrobu budoucí čs. plužní čepel (např. ve zprávě L a p ě í k o v é, 1973, str. 3, odst. 3), za zastaralé a podobně je nutné považovat za překonané i výsledky zkoušek různých provedení plužních čepelí ve zprávě R e i n d l a (1955) a ve výzkumné zprávě Agrostroje (1955). V platnosti však zůstává poznatek L a p ě í k o v é (1973), že plužní čepel s martenzitickou strukturou vykázaly větší abrazivzdornost než struktury sorbitické, získané zakalením a popuštěním na teploty 350 °C. Je jen otázka, do jaké míry je možné tento celkem samozřejmý poznatek uplatnit v návrhu nové plužní čepel, jestliže je houževnatost kromě abrazivzdornosti jejich velmi důležitou funkční vlastností.

Ve svém výzkumném úkolu (K a š t á n e k, 1975), řešeném v letech 1971–1975, se také zabývám možností, jak zlepšit současnou trvanlivost břitů plužních čepelí lichoběžníkového tvaru (č. v. 1RN-410-3683, konstrukce ROSS Roudnice), vyráběných z materiálu 12 O 6 O povrchovým kalením. Vytkl jsem si za cíl dosáhnout tohoto zlepšení a) bez změny materiálu, b) levnou a každému zemědělskému závodu dostupnou technologií, bez jakýchkoliv investic při snížení provozních nákladů na orbu.

Použití technologie povrchového kalení má umožnit zemědělským závodům snížit prostoje vysoko výkonných agregátů, a tím zvýšit efektivnost orby v období do roku 1976, než budou realizovány výsledky resortního výzkumného úkolu (P a n g r á c, 1973) zavedením nové jednotné plužní čepel.

Při poloprovazních zkouškách nového postupu tepelného zpracování prokázaly plužní čepel běžně dodávané ÚPZT jako náhradní díly i opotřeбенé čepel po renovaci kovářským vytažením dvakrát až třikrát vyšší trvanlivost ostří než standardní čepel nasazené na jedné slupici téhož pluhu (Posudek o životnosti..., 1973). Podstata vyšší abrazivzdornosti spočívá v martenzitické vrstvě, vytvořené ve vhodné tloušťce na čelní ploše plužní čepel. Požadovaná houževnatost, která zabraňuje praskání a lámání plužních čepelí, je daná postačující tloušťkou zbývajícího nezakaleného materiálu. Je samozřejmé, že tento postup má při realizaci v zemědělských závodech také své specifické těžkosti, které jsou však zcela zvládnutelné. Výsledky výzkumného úkolu budou po vyhodnocení praktických poznatků v roce 1974 opakovány a zveřejněny.

Ze současného pohledu a vzhledem k novým poznatkům by bylo třeba přehodnotit i závěry o zkouškách s navařovanými plužními čepelími z roku 1967 ve VŽKG Ostrava-Vítkovice (L a p ě í k o v á, 1973, str. 5, odst. b). Obzvláště zajímavé je závěrečné hodnocení těchto čepelí, které uvádí, že „přínos životnosti se vůbec neprojevil“. V Sovětském svazu (B l a c h a, H a v r á n e k, 1970) se např. navařuje tvrdými slitinami plná třetina roční produkce, tj. 6 miliónů kusů plužních čepelí (z toho závod VŘSR v Oděse vyrábí asi 2,3 mil. kusů). Tvrdokovový prášek je složen z 87 % z vlastního prášku a ze 13 % tavidla. Chemické složení tvrdokovového prášku značky US-25 podle GOST je následující: 4,15 % uhlíku, 40 % chromu, 2,5 % křemíku, 1,5 % niklu, zbytek železa; složení tavidla zn. KaCu-1 je: 60 % kyseliny borité, 20 % kysličníku křemičitého a 20 % karbamidu křemíku (SiC). Navařuje se vysokou frekvencí. Spotřeba prášku na jednu

plužní čepel s nosem činí 156 g, 1 kg prášku stojí 0,6 rublu, takže náklady na navařování břitů s ohledem na celkové výrobní náklady plužních čepelí jsou minimální a činí asi 10 kopejek.

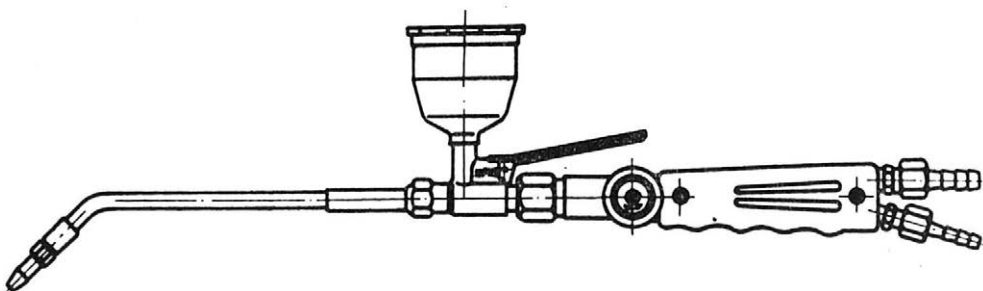
Ve zprávě Blachy a Havránek (1970) se dále uvádí, že vrstva návaru není tak rovnoměrná jako např. při navařování metodou Castoline nebo plazmovým hořákem, ale svůj účel zřejmě plní. Plužní čepele se využijí až do úplného opotřebení návarové vrstvy a dále se nerenovují.

Při řešení vlastního výzkumného úkolu (Kaš tánek, 1975) jsem udělal první zkoušky navařování stellitem (2 % uhlíku, 0,2 % manganu, 0,8 % křemíku, 30 % chromu, 12 % wolframu, 49 % kobaltu) naneseným na čelní plochy ostří plužních čepelí, ačkoliv se v Sovětském svazu a zkušebně v roce 1970 i u nás (Lapčíková, 1973) tvrdokov nanášel na hřbetní stranu plužní čepele. Návary v milimetrech byly sice velmi silné, ale vzdornost proti opotřebení byla výtečná, neboť při orbě asi 20 ha lánu se čepele téměř neopotřebily. V době velkého sucha na podzim roku 1973 však čepele špatně vnikaly do půdy, a proto se muselo od dalších zkoušek upustit.

V současné době jsou v ČSSR k dispozici kvalitní navařovací prášky vyvinuté ve VÚZ v Bratislavě, označené K-40 a K-50, na bázi uhlíku, kře-

I. Informativní chemické složení navařovacích prášků VÚZ Bratislava

Prvek	K-40	K-50	K-55
	obsah v %		
Uhlík	0,1	asi 0,35	0,5–0,6
Křemík	4–5	4–5	4,5–5,0
Bor	2,4–2,6	2,4–2,6	asi 3,0
Chrom	cca 3	8–10	11–14
Železo	cca 3	cca 3	cca 4
Měď	—	—	cca 2
Molybden	—	—	cca 2
Wolfram	—	—	cca 2
Nikl	zbytek	zbytek	zbytek



1. Navařovací hořák NPK-2 Chotěbořských strojíren, nasazený na držák U4

míku, boru, chromu, železa, nebo označené K-55 na bázi uhlíku, křemíku, boru, chromu, železa, mědi, molybdenu, wolframu. Jejich informativní chemické složení uvádí tab. I. Je také dostatek odborných pramenů (Novotný, 1970), poskytujících možnost rychlého seznámení s celým postupem. K navařování prášků byly ve spolupráci s VÚZ Bratislava v Chotěbořských strojárnách vykonstruovány dva typy navařovacích hořáků, které je možné běžně objednat. Hořák NPK-1 je menší, se spotřebou asi 3,5 kg prášku za hodinu, s maximálním tepelným výkonem $12,56 \cdot 10^6$ J (3000 kcal) za hodinu, připojuje se na rukojeť hořáku L3. Hořák NPK-2 je větší, má spotřebu asi 5,5 kg prášku za hodinu, maximální tepelný výkon $31,40 \cdot 10^6$ J (7500 kcal) za hodinu a připojuje se na rukojeť typu U4, jak ukazuje obr. 1.

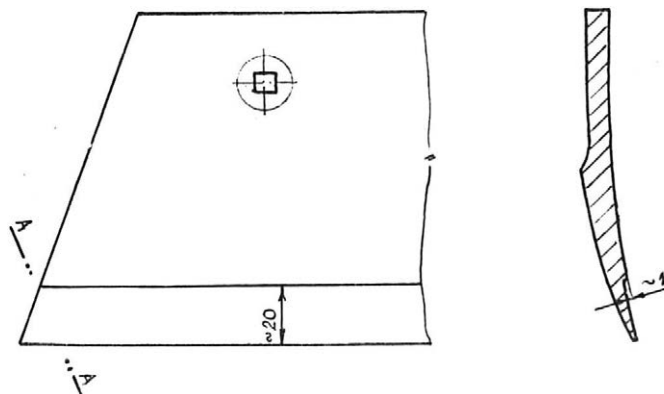
V současné době není proto už u nás zapotřebí dovážet z kapitalistických států kdysi dominantní navařovací hořáky nebo prášky (např. Eutaoy firmy Castoline ze Švýcarska, Pulwer-Auftragsweissbrenner firmy Messer Griesheim v NSR, nebo Fusewelder firmy Colmanoy v USA).

Již první zkoušky navařování pluzních čepelí práškem VÚZ K-50 a hořákem NPK-2 dopadly velmi dobře. Plochy k navařování byly připraveny svědomitě jak proto, že povrch čepelí byl zbaven oxidů, tak i po stránce drsnosti povrchu ($R_a = 1,6 \div 3,2$) – vybroušením pruhu na lící ploše čepelí podél břitů v šířce asi 20 mm, do hloubky asi 1 mm (obr. 2). Tech-

II. Technické údaje hořáků NPK-2

		NPK-2	
		hubice č.	
		3	4
Pracovní tlak O_2	10^5 Pa	1,0–2,0	3,0–4,0
Pracovní tlak C_2H_2	10^5 Pa	0,4–1,0	0,4–1,0
Spotřeba O_2	1 h^{-1}	355–502	502–670
Spotřeba C_2H_2	1 h^{-1}	355–502	502–670
Spotřeba prášku	kg h^{-1}	5,5	
Zrnění prášku	mm	0,12	

2. Příprava pluzní čepelí k navařování A—A oddělení vzorku na metalografické zkoušky



nické údaje použitého hořáku typu NPK-2 k navařování jsou uvedeny v tab. II.

Technologie navařování prášky je po stránce manipulace s plamenem podobná běžnému svařování plamenem bez přídavného materiálu (Novotný, 1970). Všeobecně je třeba pracovat s neutrálním plamenem a jeho nastavení v průběhu navařování kontrolovat (obr. 3). Nesprávné seřízení plamene způsobuje, že jakost návaru se zhoršuje hlavně tím, že se vyskytuje větší množství pórů, popřípadě bublin.



3. Seřizování plamene hořáku NPK-2

Vlastní postup navařování má tři pracovní fáze*):

1. Předehřev materiálu v oblasti navařování. Nesmí být zbytečně dlouhý, aby se ne vytvořily na očištěném povrchu, připraveném k navařování, kysličnickové vrstvy, které jsou překážkou úspěšného navařování, neboť dostávajíme pórovité návary.

2. Předpráškování — tj. pokrytí plochy určené k navařování a ohřáté z předcházející operace na teplotu 300 až 400 °C souvislou tenkou vrstvou navařovacího prášku. Pro vlastní navařování musí být navařované plochy čisté. Práškováním se pokryjí vrstvou kovového prášku, a tím se zamezí dalšímu okysličování. Vzdálenost hořáku od nanášené plochy má být 40 až 50 mm.

3. Nanášení. Další prášek, přidávaný z nádoby hořáku, se s práškem předpráškové vrstvy v proudu kyslikoacetylenového plamene společně taví a vytvoří souvislou vrstvu návaru. Dávkování prášku z hořáku, řízené svářečem ruční pákou, musí být v souladu s pohybem hořáku podél navařované plochy, aby se stačil všechny prášek roztavit a přitom se vytvořila souvislá a pokud možno rovnoměrná vrstva návaru.

Ztráty rozstřikem se při navařování práškových přídavných materiálů pohybují v poměrně širokém rozsahu a jsou dány rozměrem součásti a rozměrem i tvarem navařované plochy.

*) Při navařování je třeba respektovat hlavní zásady bezpečnosti práce, obsažené souborně v ČSN 05 0610 a 05 0710.

Šířka proudu prášku vycházejícího z navařovacího hořáku se nedá regulovat, neboť je dána velikostí výtokového otvoru v hubici. Velikost základny dopadového kužele prášku lze měnit jedinečně vzdáleností hořáku od materiálu. Zkoušky rozstříkem byly provedeny ve VÚZ v Bratislavě při nanášení na plochy čtvercového tvaru s poměrem stran $s : L = 1 : 1$ a na plochy obdélníkového tvaru ($s : L = 1 : 4$). Vykazují poměrně malé rozdíly, i když je samozřejmé, že většího koeficientu přenosu (tj. menšího rozstříku) se dosáhne při plochách čtvercového tvaru. S ohledem na zkoušky navařování plužních čepelí v úzkém pásmu podél ostří ($L = 450$ mm, $s = 20$ mm, tj. poměr $s : L = 1 : 22$) nebude možné uvažovat ani hodnoty rozstříku, zjištěné na obdélníkové ploše s poměrem stran $1 : 4$ (protože budou v tomto případě podstatně vyšší) – tab. III.

III. Hodnota rozstříku prášku při navařování obdélníkových ploch s poměrem hran $s : L = 1 : 4$

Plocha (cm ²)	G_v (g)	G_{vp} (g)	G_p (g)	G_{pp} (g)	Rozdíl G_v (g)	Rozdíl G_p (g)	Koeficient přenosu (%)
1	3,02	3,53	300,00	298,20	0,51	1,77	29,0
4	12,32	14,26	293,60	289,70	1,94	3,87	50,0
9	26,39	31,65	281,22	272,05	5,26	9,17	57,5
16	50,22	58,40	260,00	247,22	8,18	12,78	64,0
25	76,85	92,95	232,54	210,92	16,10	21,62	75,0
36	108,51	128,60	193,63	168,40	20,19	25,23	80,0

Koeficient přenosu (Zkoušení zpevnění ostří . . . , 1955)

$$K_p = \frac{G_{vp} - G_u}{G_p - G_{pp}} \cdot 100 \%$$

rozstřík = $100 - K_p$ (%)

kde: G_u — hmotnost vzorku před navařením
 G_{vp} — hmotnost vzorku po navaření
 G_p — hmotnost prášku s kelímkem před navařováním
 G_{pp} — hmotnost prášku s kelímkem po navařování

Praktické údaje zkušebního navařování sady osmi plužních čepelí (Uher, Vostál, 1974) dávají koeficient přenosu (tab. IV):

$$K_p (s : L = 1 : 22) = 25 \%$$

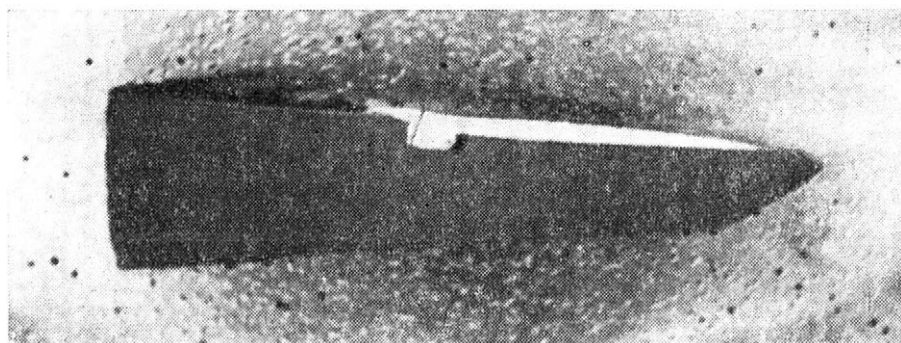
rozstřík je plných 75 %

Na makroskopickém snímku příčného řezu ostřím (obr. 4) je patrná tloušťka navařené vrstvy asi 1 mm, šířka navařeného pásma podél ostří asi 22 mm.

Mikroskopický snímek struktury přechodového pásma, tj. základní materiál — navařená vrstva (obr. 5), ukazuje běžnou perlitickoferitickou strukturu ocele 12 C60, k níž přiléhá bez jakékoliv mezivrstvy návarový materiál.

IV. Spotřeba prášku při zkušebním navařování série osmi pluzních čepelí

Čepel č.	Hmotnost čepel (g)		Rozdíl (g)	Hmotnost nádoby (g)		Rozdíl (g)	Koefi- cient přenosu (%)
	před navarováním	po navarování		před navarováním	po navarování		
11	4667,0	4678,0	11,0	474,0	425,0	49,0	22,5
12	4609,5	4614,0	4,5	368,0	341,0	27,0	16,7
13	4515,5	4522,0	6,5	341,0	312,0	29,0	22,5
14	4651,0	4660,0	9,0	594,0	559,0	35,0	25,7
15	4790,0	4797,0	7,0	559,0	532,0	27,0	26,0
16	4544,0	4549,0	5,0	532,0	515,0	17,0	29,4
17	4779,0	4793,0	14,0	515,0	468,0	47,0	29,8
18	4584,5	4592,0	7,5	568,0	445,0	23,0	32,5
19	neměř.	4443,5	—	—	nesledováno		



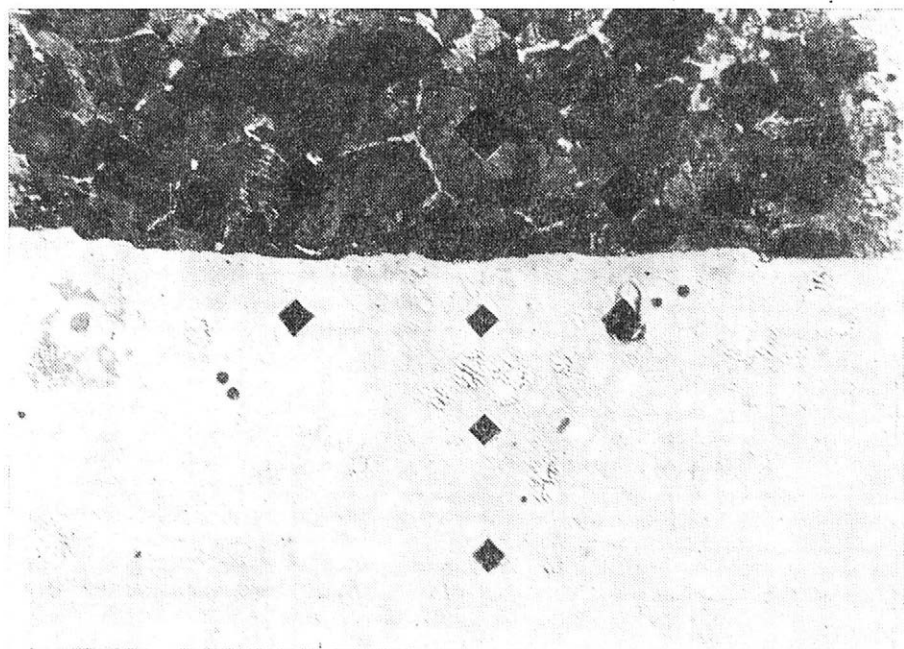
4. Makrostruktura příčného řezu plužní čepelí s navařeným břitem práškem VÚZ K-50, zvětšení 2,5×, lept. nital

Mikrotvrdost ocele je 254 až 265 Hvm, návarového materiálu 950 až 1020 Hvm. Mikrostrukturu vlastního návaru práškem VÚZ K-50 (obr. 6) tvoří tuhý roztok niklu, eutekticky vyloučené boridy Ni_3B a karbidy. Dendritická stavba vrstvy je patrná ve zvětšení 500× na obr. 7.

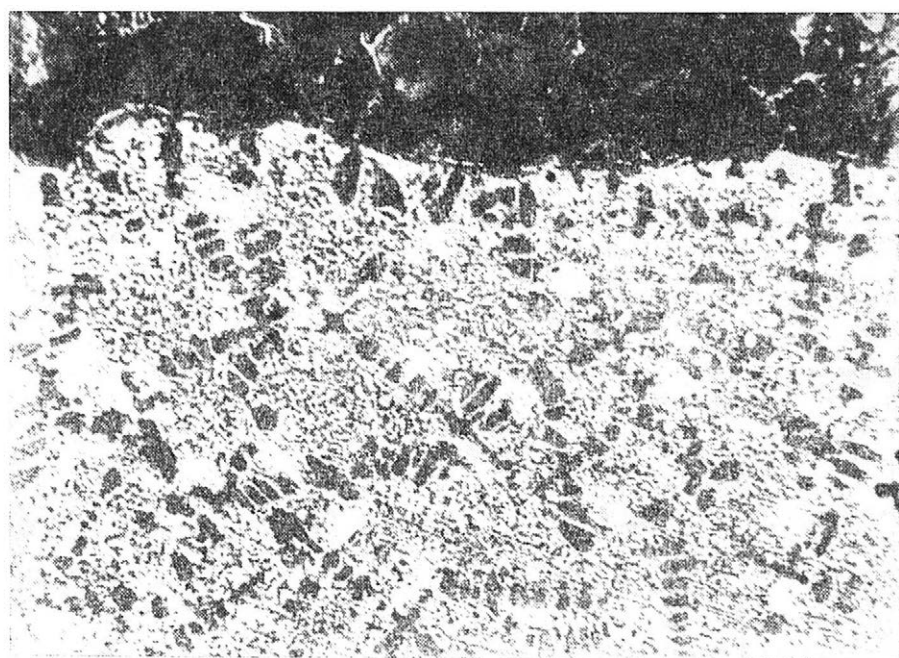
Z popisu technologie navařování, hodnot tvrdosti a mikrostrukturních snímků vrstvy je zřejmé, že je to postup jednoduchý a pro abrazivní podmínky opotřebení plužních čepelí v půdě velmi vhodný. Jeho předností v porovnání s plužními čepelími kalenými je samoostřicí účinek, vyvolaný pomalejším opotřebením návarové vrstvy a rychlejším opotřebením měkkého základního materiálu.

O rozšíření této technologie rozhodne ekonomická rozvaha, tj. porovnání nákladů spojených s navařováním a celkové životnosti plužních čepelí, která se v tomto případě rovná trvanlivosti ostří, neboť čepel se nemají po úplném opotřebení vrstvy renovovat.

Následující předběžná ekonomická bilance však nemůže být považována za limitující činitel použitelnosti metody navařování.



5. Mikrotvrdost návarového materiálu zv. 250X, lept. nital



6. Mikrostruktura návaru s přechodovou zónou, zv. 500X, lept. 50 ml HCl, 25 ml HNO₃, 150 ml H₂O, 1 g CuCl₂

Rozhodující budou celkové náklady procesu a velkovýrobní cena prášků, která je při dosavadních laboratorních výrobních podmínkách ve VÚZ v Bratislavě poměrně vysoká. Avšak Závod práškové metalurgie v Mokradi na Slovensku, který je pověřený od ledna 1974 výrobou prášků ve větším měřítku, má udělat novou kalkulaci výrobních nákladů a cenu prášků podstatně snížit.



7. Dendritická struktura návarového materiálu, zv. 500X, lept. 50 ml HCl, 25 ml HNO₃, 150 ml H₂O, 1 g CuCl₂

Než uděláme hrubou předkalkulaci nákladů na technologii navařování a než stanovíme ekonomickou bilanci v porovnání s dosud používanou technologií kalených plužních čepelí, je třeba si nejdříve ujasnit, jaké parametry budeme porovnávat. Jelikož nemíníme navařené čepelce renovovat, budeme srovnávat trvanlivost ostří těchto čepelí s čepelí, které dodává ÚPZT, a bez další renovace. To prakticky znamená při zkoušce zjistit, kolik standardních čepelí na jedné slupici zkušebního pluhu je třeba vyměnit, než se otupí na běžnou, popřípadě předem stanovenou míru čepelce navařované, nasazené na dalších slupicích téhož pluhu (P a n g r á c, 1973).

Ze zprávy M a l á č e (1970) i z dalších literárních pramenů vychází průměrná trvanlivost ostří standardních čepelí asi 2,5 ha.

Při vlastních zkouškách trvanlivosti čepelí s navařovaným ostřím práškem VÚZ K-50 nasazeným na pěti slupicích šestiradličního pluhu v závěsu za tahačem Š-180 bylo třeba do jejich běžného otupení vyměnit na šestě slupici dvakrát čepel standardní (Zpráva o trvanlivosti..., 1973). Životnost navařených čepelí je tedy v porovnání se standardní čepelí trojnásobná. Oral se 22hektarový hon s písčito-hlinitou půdou s místním výskytem kamene. Ráno byla teplota mírně pod nulou, později kolem +6 °C.

V primitivních a zcela nepřipravených podmínkách se jeví náklady na navařování plužních čepelí takto:

cena čepel	Kčs	35, -
vybroušení podél břitů – příprava k navařování (1 hodina à 12, - Kčs)	Kčs	12, -
navarovací prášek VÚZ K-50 – asi 32 g (1 kg à 180 Kčs)	Kčs	5,80
mzda za práci s navařovacím hořákem NPK-2 včetně předehřívání a popráškování 7 + 4 + 1 min. (1 hodina à 12 Kčs)	Kčs	2,40
spotřeba plynu (asi 150 l na jednu čepel)	Kčs	1,85
spotřeba kyslíku (asi 80 l na jednu čepel)	Kčs	0,15
celkem	Kčs	57,20
Pro šestiradličný pluh činí úhrnné náklady	Kčs	343,20.

Stručné ekonomické zhodnocení jedné zkušební směny orby 22hektarového lánu šestiradličným pluhem, vycházející ze srovnání trvanlivosti navařených čepelí s trvanlivostí standardních čepelí, je následující:

a) Orba standardními čepelími

spotřeba čepelí – 6 kusů à 35, - Kčs – třikrát, tj. ztrátový čas dvou výměn (Kosek, 1973); (montáž a demontáž na začátku a na konci směny se v obou případech hodnocení nepočítá) à 45 min (180 Kčs za hodinu)	Kčs	630, -
	Kčs	270, -
celkem	Kčs	900, -

K tomuto rozboru by bylo nutné přičíst ještě ztrátu 2 X 1,8 ha nezorané půdy z důvodu výměny, popřípadě její orba za zhoršených podmínek, vyšší fyzickou námahu obsluhy při dvou výměnách navíc v porovnání s čepelími s navařovaným ostřím a zvýšené nebezpečí, že traktorista onemocní při demontáži a montáži navíc za špatných klimatických podmínek v poloze sedě nebo leže. S těmito rozdíly se zatím v tomto rozboru vůbec nepočítá.

b) Orba s čepelími s navařeným ostřím

cena čepelí – 6 kusů à 57,20 Kčs	Kčs	343,20
----------------------------------	-----	--------

V porovnání s plužními čepelími přináší použití navařovaných čepelí úsporu Kčs 556,80 během každé pracovní směny, takže jediná investice tohoto postupu – navařovací hořák – se zaplatí zhruba během tří dní.

Poznámka

Při zkouškách navařování v běžné svářečské kabině se nedělala speciální příprava (např. předehřívání by bylo možné v komorové peci a nikoliv kyslíko-acetylenovým hořákem, čímž by se snížila spotřeba plynu a kyslíku). Dále je možné malou mechanizací procesu navařování a opatřením ke zmenšení rozstříku navařovacího prášku dosáhnout jak úspory pracnosti, tak úspory materiálu.

Hrubá ekonomická rozvaha ukazuje vysokou efektivnost orby čepelí s navařovaným ostřím. Není tedy třeba mít obavy ze zavedení jednotné a jednorázové plužní čepelí, neboť pro specifické a extrémní půdní nebo klimatické podmínky je současná technická úroveň některých okrajových technologií na vyšším stupni, než uvádí Lapčíková (1973, 1973a) nebo zpráva SZZLS... (1972) a Posudek o životnosti... (1973).

Další provozní zkoušky, uskutečněné ve větším rozsahu a v různých půdních podmínkách, ukážou možnosti vhodného ekonomického rozvoje této technologie.

Literatura

- BLACHA, P. — HAVRÁNEK, O.: Studium výrobní technologie plužních čepelí, jejich tepelného zpracování, vývoje a úpravy za účelem zvýšení životnosti. Cestovní zpráva z SSSR. Ostrava, VŽKG, n. p., min. těžkého průmyslu hutnictví železa, G. R. 1970.
- KAŠTÁNEK, O.: Zvýšení životnosti plužních čepelí. [Výzkumný úkol ZT-0-3/3b.] Brno, PEF VŠZ (ve stadiu řešení).
- KOSEK, J.: Výkonné kolové traktory. Praha, SZN 1973.
- LAPČIKOVÁ, J.: Výzkum materiálů-technologického řešení výroby nových typů plužních čepelí. [Úvodní studie číslo DS-5/73.] Ostrava, Vítkovické železářny Kl. Gottwalda, n. p., 1973.
- LAPČIKOVÁ, J.: Výzkum materiálů-technologického řešení výroby nových tvarů plužních čepelí. [Závěrečná zpráva dílčího výzkumného úkolu RC-1/23/060/2/9/S, číslo zprávy PZ 25/73.] Ostrava, VÚ VŽKG 1973a.
- MALAC, P.: Průzkum opotřebení pluhových čepelí. [Závěrečná zpráva úkolu 1-RN-410-3683.] Brno, Ústřední podnik zemědělské techniky, odšt. závod 06 1970.
- NOVOTNÝ, J.: Plameňo-práškové naváranie oteruvzdorných vrstiev v automobilovom strojárstve. [Závěrečná správa štátnej výskumnej úlohy F-7-22-3/1750/202, číslo správy ZS-1357/70.] 1970.
- PANGRÁC, M.: Výzkum nových typů plužních čepelí. [Resortní výzkumný úkol číslo RC 1/23/060/2/9.] Praha, VÚZS 1973.
- PANGRÁC, M.: Návrh jednotné metodiky zkoušení a hodnocení čepelí radličných pluhů. [Dílčí zpráva resortního výzkumného úkolu RC 1/23/060/2/9, číslo zprávy 6/73.] Praha, VÚZS 1973.
- REINDL, J.: Trvanlivost plužních čepelí různým způsobem zpevněných. [Výzkumná zpráva číslo 530.] Praha, VÚZS 1955.
- UHER, P. — VOSTÁL, J.: Studium technologie a životnosti plužních čepelí s navařovaným ostřím. [Referát výroční konference SVK, ved. práce prof. ing. O. Kaštánek, DrSc.] Brno, PEF VŠZ 1974.
- , —: Zkoušení zpevněných ostřích z různých materiálů. [Výzkumná zpráva.] Roudnice, Agrostroj, n. p., 1955.
- , —: Zpráva SZZLS o srovnávací zkoušce čepelí VŽKG z materiálu Abrazit a 12051. Praha 1972.
- , —: Posudek o životnosti renovovaných plužních čepelí vytažením a povrchovým kalením. Brankovice, JZD Vítězný únor 1973.
- , —: Zpráva o trvanlivosti navařených plužních čepelí práškem VÚZ K-50. JZD Nesovice 1973.

Došlo dne 10. 1. 1975

КАШТАНЕК О. (Сельскохозяйственный институт, Брно, Чехословакия). Срок службы острия ножей плуга, укрепленных наваркой. Zem. technika 21 (6) : 341-353, 1975.

Статья посвящена развитию нового типа ножа плуга. Принимается во внимание опыт отечественной и советской практики, что нож не всегда может подходить для экстремальных почвенных условий. Поэтому надо найти некоторые другие пригодные технологии для производства небольшого количества ножей для особых условий. Статья знакомит с новейшими хорошими результатами в технологии наварки лезвий ножей плуга при помощи порошков отечественного происхождения. Предварительный экономический анализ показывает, что срок службы ножей с наваренными лезвиями значительно выше, чем у обычных ножей. Дальнейшие эксплуатационные испытания покажут, есть ли необходимость в дальнейшем распространении этого процесса.

стандартный нож плуга; срок службы; технология наварки лезвия при помощи наварочных порошков чехословацкого производства; экономия

KaŠTÁNEK O. (University of Agriculture, Brno, Czechoslovakia). *The Service Life of Plough Shares with Welded Surfacing Reinforcement*. Zem. technika 21 (6) : 341-353, 1975.

The article deals with a new type of plough share which, according to experience in this country and in the Soviet Union, need not conform to extreme conditions of the soil. That is why suitable technologies are now being elaborated for the production of smaller series of plough shares for special application. The author informs about the latest results achieved with the technology of reinforcing the share with welding powders of home production. A preliminary economic evaluation shows that this type of plough share has a substantially longer service life than the current types. Operational tests will verify the suitability of expanding the application of this technology.

standard plough shares; service life; technology of reinforcement with welding powders of Czechoslovak origin; economy

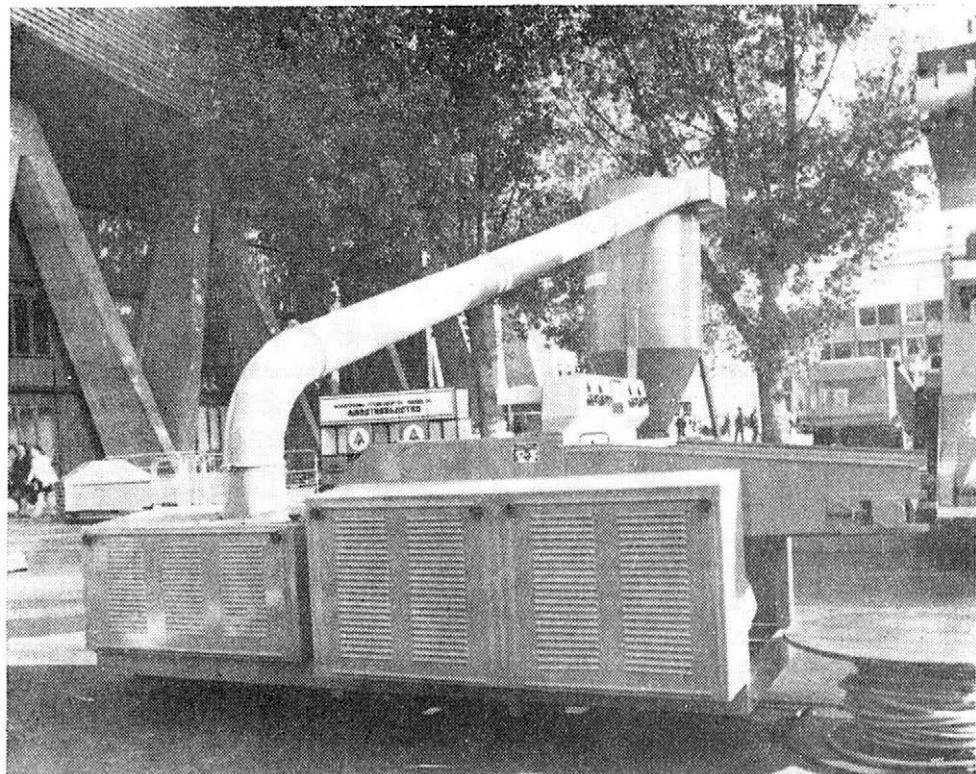
KaŠTÁNEK O. (Landwirtschaftliche Universität, Brno, Tschechoslowakei). *Lebensdauer der Schneiden an den durch Aufschweißen verfestigten Pflugscharen*. Zem. technika 21 (6) : 341-353, 1975.

Der Beitrag befaßt sich mit der Entwicklung eines neuen Typs des Pflugschares. In Betracht wird die einheimische Erfahrung sowie die sovjetische Praxis, daß das Pflugscharen für extreme Bodenbedingungen nicht geeignet sein muß. Es wird daher die Bestimmung einiger anderen geeigneten Technologien für die Herstellung einer kleineren Anzahl von Scharen für Sonderbedingungen erwähnt. Der Aufsatz informiert über neueste gute Ergebnisse in der Technologie der Aufschweißung von Schneiden an Pflugscharen mit Pulvern heimischer Herkunft. Die vorläufige ökonomische Analyse läßt erkennen, daß die Lebensdauer der Scharen mit aufgeschweißter Schneide beträchtlich höher ist als jene der laufenden Scharen. Weitere Betriebsprüfungen werden die Eignung von größerer Verbreitung dieses Verfahrens überprüfen.

Standardpflugschar; Lebensdauer; Technologie des Schneideaufschweißens mit Aufschweißpulvern tschechoslowakischer Produktion; Wirtschaftlichkeit

Adresa autora:

Prof. ing. Otakar Kaš tá n e k, DrSc., Vysoké učení technické, 762 72 Gottwaldov



MLÝN NA HRUBÁ KRMIVA FGF-120 MA

MLýn na krmivo FGF-120 MA mele všechny druhy hrubých krmiv jako jsou kukuřičné klasy se zrny, celé kukuřičné rostliny, luční, vikvové, hrachové a vojtěškové seno, sláma, slunečnicové voštiny, vinná réva a jiná krmiva, potřebná na farmě pro chov dobytka.

Pro své vynikající vlastnosti byl tento stroj vyznamenán na 27. Mezinárodním plovdivském veletrhu 1971 zlatou medailí.

Agromachinaimpex



Vývozce: GTP Agromachinaimpex, Bulharsko, Sofie, Aksakovova 5, telefon: 88 53 25, dálňopis: 022 563

Další informace podá obchodní zastupitelství BLR, Praha I, Krakovská 6

KVANTIFIKACE DÍLČÍ SPOLEHLIVOSTNÍ VLASTNOSTI — — OPRAVITELNOSTI — ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

Z. Fleischman

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

FLEISCHMAN Z. *Kvantifikace dílčí spolehlivostní vlastnosti — opravitelnosti — zemědělské techniky*. Zem. technika 21 (6) : 335-362, 1975.

Práce je zaměřena na vhodnou volbu číselných charakteristik — kvantitativních měr — pro stanovení důležité vlastnosti technických výrobků — jejich opravitelnosti. Pro třířádkové vyoravače cukrovky je stanovena na základě celosezónního sledování náhodného výběru strojů v běžných podmínkách zemědělských závodů funkce pravděpodobnosti dokončení opravy v daném čase a střední hodnota doby na opravu. Dále jsou uvedeny skutečně zjištěné hodinové výkonnosti — a to jak v čase operativním, tak i v čase produktivním.

opravitelnost; pravděpodobnost dokončení opravy; střední doba opravy; věrohodnostní funkce; vyoravače cukrovky; exploatační ukazatele; hodinové výkonnosti

Opravitelnost zemědělských strojů, jako jedna z nejdůležitějších charakteristik spolehlivosti, je jedním z kritérií při hodnocení jejich kvality a výsledné užité hodnoty. Proto je dnes otázkám souvisejícím se zjišťováním spolehlivosti výrobků věnována mimořádná pozornost; zjišťování provozní spolehlivosti je rovněž předpokladem racionalizace údržbového systému a celé opravárenské činnosti, neboť poznatky z garančních sledování a reklamačních řízení nebo i zkušebního ověřování nemohou plně nahradit organizovaný sběr informací při dlouhodobém sledování náhodného výběru přímo v běžných provozních podmínkách zemědělských závodů.

Rozvoj techniky v posledním desetiletí, který má mimo jiné za cíl i neustálé zvyšování výkonů strojů, nese s sebou významné změny v konstrukci a technické složitosti strojírenských výrobků. Zároveň s intenzifikací socialistické zemědělské velkovýroby se zvyšují nároky na provozní využití dodávané techniky. Uvedené skutečnosti se však mohou projevit ve zlepšení ekonomických výsledků jen tehdy, budou-li se současně zvyšovat také nároky na racionalizaci celého provozního režimu, tj. i na provozní opravitelnost, a tím také na pohotovost strojů a celých linek.

VLASTNÍ PRÁCE

Při zjišťování provozní spolehlivosti daného typu stroje získáme soubory náhodných proměnných veličin: dob činnosti strojů mezi jejich poruchami a dob prostojů z důvodů poruch. V obou případech jde o spojité funkce s danými distribucemi. Pravděpodobnost bezporuchové činnosti strojů $R(t)$ je doplňkovou funkcí k distribuční funkci náhodné

proměnné veličiny doby činnosti strojů mezi poruchami. V naší práci při hodnocení opravitelnosti pak distribuční funkce náhodné veličiny doby prostojů z důvodů poruch $G(t)$ udává pravděpodobnost ukončení prostoje z důvodů poruch v daném čase t . Tím dostáváme základní kvantitativní charakteristiku opravitelnosti (ČSN 01 0102). Tu — spolu s dobou prostojů z důvodů poruch (dále doba na opravu) — vypočteme ze zvolené hypotetické funkce — dvouparametrické Weibullové funkce.

OBEČNÁ METODA STANOVENÍ PARAMETRŮ

Parametry funkce teoretického rozdělení matematického modelu pro empirické údaje (četnosti dob na opravu) námi získané lze vypočítat metodou největší věrohodnosti. Tato metoda je obecným způsobem určení odhadů parametrů ze získaného výběru. Přitom dostáváme odhady eficientní, tj. s nejmenším rozptylem.

Mějme sledováním získaný výběr o rozsahu n náhodné proměnné veličiny $t_1, t_2, \dots, \dots, t_n$ s frekvenční funkcí $f(t_1, t_2, \dots, t_n; \varphi)$, kde φ je neznámý parametr základního souboru. Hustota pravděpodobnosti náhodného výběru, resp. pravděpodobnost získání takového výběru bude dána funkcí L , kde

$$L = f(t_1) \cdot f(t_2) \cdot \dots \cdot f(t_n) = \prod_{i=1}^n f(t_i; \varphi) \quad (1)$$

Po logaritmování rovnice (1) dostáváme rovnici

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \ln f(t_i; \varphi) \quad (2)$$

kterou nazýváme věrohodnostní funkcí pro odhad hledaného parametru. Nejpravděpodobnější hodnotu dostaneme tehdy, bude-li funkce L maximální, resp. maximálně věrohodný odhad hledaného parametru je bod, v němž má funkce $\ln L$ maximum. Známe-li analytické vyjádření zákona rozdělení $f(t)$, můžeme pak neznámý parametr (resp. neznámé parametry) vypočítat. Odhad parametru dostáváme řešením rovnice

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \varphi} = 0 \quad (3)$$

V případě, že hledáme j parametrů, musíme řešit systém j rovnic. Řešení těchto rovnic se nazývá metodou největší věrohodnosti.

Předpokládáme-li, že naše náhodná proměnná t má Weibullovo dvouparametrické rozdělení, bude v tomto případě mít hustota pravděpodobnosti tvar

$$f(t) = \begin{cases} \frac{b}{a} t^{b-1} \exp\left(-\frac{t^b}{a}\right) & \dots t \geq 0; b, a > 0 \\ 0 & \end{cases} \quad (4)$$

... v ostatních případech přičemž parametr tvaru b a parametr měřítka a hledáme.

Věrohodnostní funkce má tvar

$$L = \prod_{i=1}^n \frac{b}{a} t_i^{b-1} \exp\left(-\frac{t_i^b}{a}\right) \quad (5)$$

čímž po logaritmování dostáváme

$$\ln L = n \ln b - n \ln a + (b-1) \sum_{i=1}^n \ln t_i - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^b}{a} \quad (6)$$

Parciální derivací podle a a b obdržíme systém dvou rovnic

$$\frac{\partial \ln L}{\partial a} = -\frac{n}{a} + \frac{1}{a^2} \sum_{i=1}^n t_i^b = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial b} = \frac{n}{b} + \sum_{i=1}^n \ln t_i - \frac{1}{a} \sum_{i=1}^n t_i^b \ln t_i = 0 \quad (8)$$

Z rovnice (7) dostáváme, že

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^b}{n} \quad (9)$$

a z rovnice (8)

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^b \ln t_i}{\frac{n}{b} + \sum_{i=1}^n \ln t_i} \quad (10)$$

Porovnáním rovnic (9) a (10) získáme rovnici pro odhad parametru b

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_i^b \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^b} - \frac{1}{b} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln t_i}{n} \quad (11)$$

přičemž parametr b můžeme aproximovat použitím koeficientu variace, který je funkcí pouze parametru b . Známe-li odhad parametru b , dostáváme odhad parametru a z rovnice (9).

ZÁKLADNÍ KVANTITATIVNÍ UKAZATELE

Opravitelnost, definovaná jako vlastnost výrobku spočívající v možnosti odhalování a odstraňování poruch prováděním oprav, je možné číselně vyjádřit řadou ukazatelů. V předkládané práci použijeme následující základní ukazatele: pravděpodobnost dokončení opravy v daném čase a střední dobu na opravu, stanovené v běžných provozních podmínkách.

Základní ukazatele opravitelnosti jsou vypočteny z hustoty pravděpodobnosti, dané vyrovnáním empirických četností dob na opravu pro odstraňování technických poruch.

Při použití Weibullový funkce pak dostáváme následující vztahy pro výpočet opravitelnosti: pravděpodobnost dokončení opravy $G(t)$ v daném čase t :

$$G(t) = 1 - e^{-\frac{t^b}{a}} \quad (12)$$

a střední dobu na opravu $t_{st\bar{r}}$

$$t_{st\bar{r}} = a^{\frac{1}{b}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad (13)$$

přičemž směrodatnou odchylku doby na opravu s vypočteme z rovnice

$$s = a^{\frac{1}{b}} \cdot \sqrt{\Gamma\left(\frac{2}{b} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{b} + 1\right)} \quad (14)$$

Pro interpretaci typu Weibullový funkce bude také vypočten průběh intenzity oprav $h(t)$ podle rovnice (15):

$$h(t) = \frac{b}{a} t^{b-1} \quad (15)$$

Průběh intenzity oprav je určen velikostí parametru tvaru b (resp. jeho rozdílností od 1). Při $b < 1$ má $h(t)$ klesající charakter, při $b = 1$ je $h(t)$ konstantní, při $1 < b < 2$ má $h(t)$ charakter degresivně stoupající, při $b = 2$ má lineárně stoupající trend a pro $b > 2$ má $h(t)$ průběh progresivně vzestupný.

Pro vhodnost použití Weibullový funkce mluví také skutečnost, že s její pomocí lze vyrovnat empirická rozdělení četností, i když ta jsou ovlivňována celou řadou různých provozních činitelů. Tak např. pro $b = 1$ přechází Weibullova funkce na funkci exponenciální, pro $b = 2$ dostáváme Rayleighovo rozdělení apod.

VÝSLEDKY

SLEDOVÁNÍ TŘÍŘÁDKOVÝCH VYORAVAČŮ CUKROVKY

Devět vyoravačů cukrovky 3-VCZ bylo sledováno na státních statcích a jednotných zemědělských družstvech na okrese Praha-západ, Kladno a Praha-východ při dvouřádkové sklizni cukrovky po celou dobu sklizně, (tj. dva měsíce). Zjištěné exploatační hodnoty sledovaného souboru strojů jsou uvedeny v tab. I.

Stroje pracovaly převážně ve středně těžkých jílovito-hlinitých a hlinitých půdách, středně vlhkých až vlhkých, s malým obsahem kamenů, minimálně zaplevelených.

Sklizeň probíhala v typicky podzimních podmínkách s častými srážkami, které způsobily, že sklizeň se protáhla a její konec již probíhal za občasných ranních mrazíků. Po dobu sledování činily srážky průměrně 99 % normálu za posledních 50 let.

Vyoravače většinou pracovaly v agregaci s traktory Zetor 5611 (tři vyoravače pracovaly v agregaci s traktory U 651).

Vyoravače byly obsluhovány kvalifikovanými traktoristy a zkušenými pomocníky.

O vyoravače bylo pečováno v souladu s návodem výrobního závodu. Stroje se mazaly každodenně při směnných údržbách. Stejně se dělala kontrola seřízení, dotažení spojů, čištění apod.

I. Exploatační hodnoty výběrového souboru strojů

Typ stroje	Značka	Označení hodnoty (viz legenda)	Výkonnost za dobu sledování		Počet odpracovaných dnů
			ha	q	
Vyoravače	3-VCZ	a	518	200 040	225
cukrovky		b	58	22 227	25
třířádkové		c	34	11 800	15
		d	70	31 400	39

Legenda:

a ... celková hodnota pro všechny stroje sledovaného typu

b ... průměrná hodnota na jeden sledovaný stroj

c ... zjištěná hodnota minimální

d ... zjištěná hodnota maximální

II. Výkonnosti sklizečů cukrovky

Hodinová výkonnost	Jednotka	
	ha	q
V čase operativním	0,45	176
V čase produktivním (bez směných údržeb)	0,31	121

III. Výsledky zkoušek

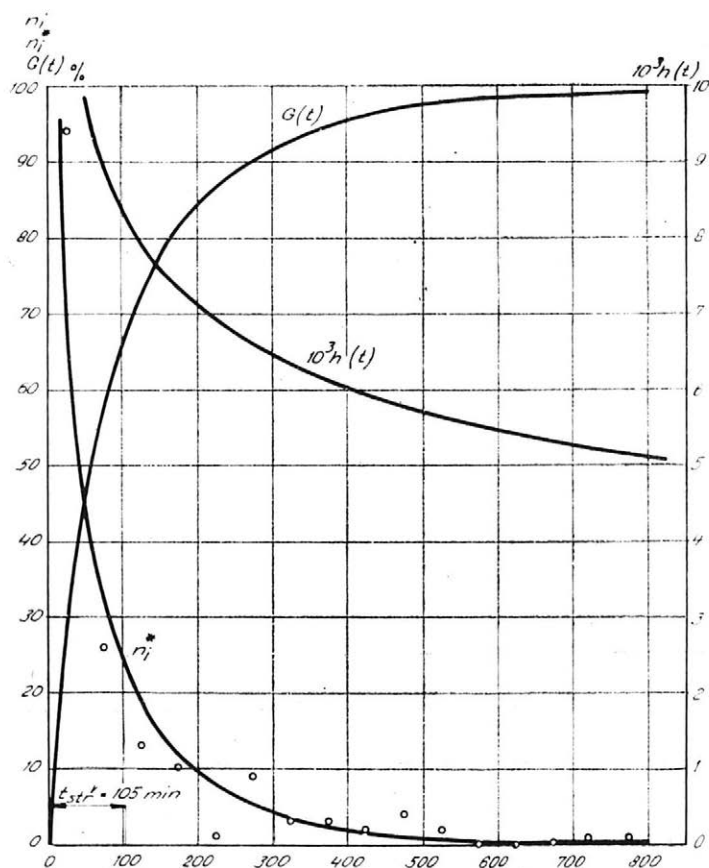
Ukazatel		Označení	Rozeř	Získané hodnoty
Rozsah souboru		<i>n</i>	—	169
Počet tříd		<i>k</i>	—	16
Třídni interval		Δt	min	49
Parametry	tvaru	<i>b</i>	—	0,76
Weibullový funkce	měřitka	<i>a</i>	—	30,85
Test	Kolmogorov-Smirnov	—	—	1,09
shody	Kritická hodnota (p = 10 %)	—	—	1,22
Střední hodnota doby na opravu		<i>t_{stř}</i>	min	105
Směrodatná odchylka		<i>s</i>	min	139
Pravděpodobnost dokončení opravy ve zvoleném čase <i>t</i>		<i>G</i> (<i>t</i> = 30 min)	%	33
		<i>G</i> (<i>t</i> = 60 min)	%	51
		<i>G</i> (<i>t</i> = 120 min)	%	72

Běžné drobné opravy dělali traktoristé přímo na poli. Opravy většího rozsahu nebo opravy, při nichž bylo zapotřebí speciálního nářadí, se dělaly ve střediskových nebo statkových dílnách.

Hodinové výkonnosti sklizečů, zjištěné při našich zkouškách, jsou uvedeny v tab. II.

Přehled ukazatelů sledovaného souboru a vypočtené charakteristiky opravitelnosti jsou v tab. III.

Celkový časový průběh hodnot pravděpodobnosti dokončení opravy $G(t)$ uvádí obr. 1.



1. Charakteristiky opravitelnosti vyoravačů cukrovky 3-VCZ pro prostoje způsobené technickými poruchami

Empirické četnosti doby na opravu jsou označeny n_i a teoretické vyrovnané četnosti n_i^* . Klesající průběh intenzity oprav, typický pro parametr tvaru Weibullové funkce $b < 1$, je vyneseno v měřítku $10^3 h(t)$.

Z A V Ě R

Z časových intervalů, daných střední dobou činnosti strojů mezi poruchami a střední dobou na opravu, je možné předpokládat, že v důsledku náhodných technických poruch v průběhu denního nasazení budou vyoravače téměř dvě hodiny ve stavu neschopném

provozu — budou v opravě. Předpokládáme-li, že všechny poruchy budou odstraňovány v dílně, musíme s touto dobou počítat při sestavování plánu vytížení opravy.

Vidíme tedy, že získané kvantitativní ukazatele nehodnotí provozní opravitelnost zvláště příznivě. Přitom je zřejmé, že značné prostoje mechanizačních prostředků, zaviněné poruchami, představují značné investiční ztráty, mají za následek snížení výkonnosti, ztráty produkce a ovlivňují nepříznivě růst výrobních nákladů.

Literatura

FLEISCHMAN, Z.: Charakteristiky opravitelnosti zemědělských strojů. [Závěrečná zpráva Z-887.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1971.

GNEDENKO, B. V.: Kurs teorii verojatnostej. Nauka, Moskva 1965.

IRESON, W. G.: Reliability Handbook. Spravočnik naděžnosti I. Moskva, Mir 1969.

JANKO, J.: Statistické tabulky. Praha, ČSAV 1958.

REISENAUER, R.: Metody matematické statistiky a jejich aplikace. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1965.

ŠOR, J. B.: Statistické metody analýzy a kontroly jakosti a spolehlivosti. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1965.

— —: ČSN 01 0102. Názvosloví spolehlivosti v technice.

Došlo dne 5. 3. 1975

ФЛАЙШМАН З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Квантификация свойства частичной надежности — ремонтируемости — сельскохозяйственной техники. Зем. техника 21 (6) : 355-362, 1975.

Работа направлена на правильный выбор цифровых характеристик — количественных мер для определения важного свойства технических изделий — их ремонтируемости. Для трехрядных свеклоподъемников на основе целосезонного изучения случайного выбора машин в обычных условиях сельскохозяйственных предприятий была определена функция вероятности окончания ремонтных работ в данный отрезок времени и средняя продолжительность ремонта. Далее, приводятся действительно установленные почасовые производительности, а именно, как за оперативное время, так и за продуктивное.

ремонтируемость; вероятность окончания ремонта; среднее время ремонта; функция правдоподобности; свеклоподъемник; эксплуатационные показатели; почасовая производительность

FLEISCHMAN Z. (Agricultural Machinery Research Institute, Praha - Řepy, Czechoslovakia). Quantification of Partial Property — Repairability — of Agricultural Equipment. Zem. техника 21 (6) : 355-362, 1975.

The work is intended to find an optimum selection of numerical characteristics — quantitative measures, — for determining an important property of technical equipment, i. e. its repairability. For three-row beet diggers, the author determined the probability function of completing repairs within a given time, and the mean time of repair, which he elaborated through observation of randomly selected machines working throughout the season under current conditions of agricultural production. He also gives the real outputs per hour — both in operative and productive times. repairability; probability of completing repair; mean time of repair; veracity function; beet diggers; exploitation indices; hourly output

FLEISCHMAN Z. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy, Tschechoslowakei). Quantifizierung der Reparaturfähigkeit als teilweise Betriebssicherheitseigenschaft der Landtechnik. Zem. техника 21 (6) : 355-362, 1975.

Die Abhandlung ist auf eine geeignete Wahl der ziffernmäßigen Charakteristiken — zahlenmäßigen Maßen für die Festlegung einer wichtigen Eigenschaft der technischen Erzeugnisse — deren Reparaturfähigkeit. Für dreireihige Zuckerrübenrodelader wird anhand der während der ganzen Saison erfolgten Verfolgung einer zufälligen Maschinenauswahl in laufenden Bedingungen von landwirtschaftlichen Betrieben die Wahrscheinlichkeitsfunktion der Reparaturvollendung in gegebener Zeit und der Mittelwert des Reparaturzeitaufwandes festgelegt. Ferner werden die Istwerte der

Stundenleistung — sowohl in der Operativzeit als auch in der Produktivzeit — an-
geführt.

Reparaturfähigkeit; Wahrscheinlichkeit der Reparaturvollendung; mittlere Repara-
turdauer; Aussagewertsfunktion; Zuckerrübenrodelader; Nutzungskoeffizient; Stun-
denleistungen

Adresa autora:

Ing. Zdeněk F l e s c h m a n, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 — Such-
dol

OBSAH

Andert A.: Optimální nosnost návěsu, přívěsu a nákladního automobilu při minimální měrné spotřebě mechanické práce na dopravovaný materiál	309
Ramacsay L.: Spôsoby merania dynamickej viskozity slepačieho trusu	327
Šteffl Z., Satoria J., Věříšová M.: Výpočet sil a příkonu u mobilního sběrače mrvy	337
Pick E., Špelina M.: Ekonomická efektivnost mechanizace	345
Hrianka D.: Nové formy řízení zemědělských mechanizačních prostředků	351
Recenze	
Thér M.: Poškození semen a jeho předcházení	361

СОДЕРЖАНИЕ

Андерт А.: Оптимальная грузоподъемность полуприцепов, прицепов и грузового автомобиля при минимальном удельном потреблении механического труда на транспортируемый материал (325). — Рамачай Л.: Способы измерения динамической вязкости птичьего помета (334). — Штеффл З., Сатория И., Вержишова М.: Расчет сил и потребляемой мощности у мобильного навозособиравателя (344). — Пик Э., Шпелина М.: Экономическая эффективность механизации (349). — Грианка Д.: Новые формы управления сельскохозяйственными средствами механизации (359).

CONTENT

Andert A.: The Optimum Loading Capacity of the Semi-trailer of the Two-wheel Trailer, and of the Lorry in the Case of a Minimum Specific Consumption of Mechanical Work for the Transported Material (325). — Ramacsay L.: The Methods of Measuring of the Dynamic Viscosity of the Dung of Barn-door Fowl (335). — Šteffl Z., Satoria J., Věříšová M.: Calculation of the Power and of the Input of a Mobile Dung Collector (344). — Pick E., Špelina M.: Economic Effectiveness of Mechanization (350). — Hrianka D.: New Forms of Farm Machinery Management (359).

INHALT

Andert A.: Optimale Tragfähigkeit des Einachs-, Zweiachsanhängers und Lastkraftwagens bei dem spezifischen Mindestverbrauch der mechanischen Arbeit für Transportgüter (326). — Ramacsay L.: Meßverfahren der dynamischen Viskosität von Geflügelkot (335). — Šteffl Z., Satoria J., Věříšová M.: Berechnung der Kräfte und Leistungsaufnahme bei einem ortsbeweglichen Stallmistsammler (344). — Pick E., Špelina M.: Ökonomische Effektivität der Mechanisierung (350). — Hrianka D.: Neue Leitungsformen in landwirtschaftlichen Mechanisierungsmitteln (359).

TABLE DES MATIÈRES

Andert A.: Capacité portante optimale d'une semi-remorque, d'une remorque et d'une camion avec une consommation effective minimale de travail mécanique par matériel transporté (Res. An/325, Al/326). — Ramacsay L.: Methodes de mesure de la viscosité dynamique des fientes de volaille (Res. An, Al/335). — Šteffl Z., Satoria J., Věříšová M.: Calcul des forces et de la puissance du collecteur mobile de fumier (Res. An, Al/344). — Pick E., Špelina M.: Efficience économique de la mécanisation (Res. An, Al/350). — Hrianka D.: Nouvelles formes de commande des moyens de mécanisation utilisés en agriculture (Res. An/359, Al/360).

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