



# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

**3-4**

ROČNÍK 22 (XLIX)  
PRAHA  
DUBEN 1976  
CENA 10 Kčs  
CS ISSN 0044-3483

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

## ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

### Rídí 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, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Steffl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,  
Praha 1976

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

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

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

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

■  
Le journal scientifique 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 pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Rok 1976 je pre nás zvlášť významný, pretože oslávime 30 rokov vysokého poľnohospodárskeho školstva na Slovensku. Toto jubileum je o to významnejšie, že sa uskutoční práve v roku dvoch historických podujatí, a to XXV. zjazdu KSSZ a XV. zjazdu KSC. Svoju prácu preto v celej šírke pôsobenia orientujeme na realizáciu záverov XV. zjazdu, ktoré sú základnou smernicou našej ďalšej práce.

Vznik vysokého poľnohospodárskeho školstva na Slovensku sa traduje už od roku 1941, kedy bol pri Vysokej škole technickej v Bratislave zriadený Ústav poľnohospodárskeho a lesníckeho inžinierstva.

V roku 1946 došlo nariadením SNR ku zrušeniu tohto odboru a bola zriadená Vysoká škola poľnohospodárskeho a lesníckeho inžinierstva v Košiciach, ktorá mala smer poľnohospodársky, lesnícky a drevársky.

V roku 1952 sa poľnohospodársky odbor presťahoval do Nitry a bola zriadená Vysoká škola poľnohospodárska. Postupný vývoj motivovaný vedeckotechnickým pokrokom si nutne vyžadoval zriadenie odboru, resp. fakulty, ktorá by vychovávala absolventov orientovaných na problémy techniky v poľnohospodárstve, so zameraním na využitie existujúcich mechanizačných liniek a zariadení. Požiadavky praxe si to nutne vyžiadali, a preto bol vytvorený najprv mechanizačný odbor a postupne mechanizačná fakulta, ako je v ďalšej časti uvedené.

Vysoká škola poľnohospodárska má toho času tri fakulty — fakultu agronomickú so špecializáciou fyto technickou, zootechnickou a melioračnou, fakultu prevádzkovo-ekonomickú so špecializáciou prevádzka a ekonomika a automatizované systémy riadenia a fakultu mechanizačnú, ktorá doteraz prešla určitým vývojom. Základnou bunkou bola iba jedna katedra, pod ktorú spadali všetky mechanizačné disciplíny vrátane matematiky a fyziky. Výučbu v tomto smere zaistovali v týchto začiatkoch mladí pedagogickí pracovníci, najmä odborní asistenti a asistenti.

Požiadavky vzdelania a praxe si však nutne vyžadovali ďalší rozvoj a vytvorenie nových katedier. Rok 1962 považujeme za určitý historický medzník vo vývoji mechanizačnej fakulty, pretože sa zriadil na prevádzkovo-ekonomickej fakulte samostatný študijný odbor „mechanizácia poľnohospodárstva“, ktorého základ predstavovali: katedra mechanizácie rastlinnej výroby, katedra vnútropodnikovej mechanizácie a elektrifikácie a katedra motorov a traktorov, v čele ktorých stáli mnohí mladí, ešte neskúsení, ale perspektívni pedagogickí pracovníci. Aj pri určitých obťažných podmienkach kadrového a priestorového charakteru sa odbor dobre rozvíjal a dnes už môžeme konštatovať, že fakulta vychovávala 823 absolventov denného štúdia a 128 absolventov diaľkového štúdia, ktorí dobre reprezentujú našu fakultu v praxi. Do zriadenia mechanizačného odboru boli inžinieri-mechanizátori pre potreby Slovenska vychovávaní na VŠZ — mechanizačnej fakulte v Prahe.

Prudký vedeckotechnický rozvoj, zavedenie komplexnej mechanizácie a automatizácie do poľnohospodárskej výroby prednaznačovali zvýšenú potrebu inžinierov-mechanizátorov, a tak vládny nariadením SSR č. 79/1969 Zb. bola na Vysokej škole poľnohospodárskej v Nitre zriadená s účinnosťou od 1. IX. 1969 mechanizačná fakulta.

S vytvorením novej fakulty vznikli aj ďalšie, ešte náročnejšie úlohy, ktoré bolo potrebné včas a kvalitne plniť. Konštatujem, že sa nám to vďaka všetkým pracovníkom fakulty a za účinnej pomoci stranických orgánov a vedenia vysokej školy darilo plniť.

Dnes môžeme konštatovať, že sa mladá mechanizačná fakulta dobre prezentuje svojimi výsledkami ako v praxi, tak aj v iných inštitúciách.

Fakulta má toho času šiest katedier, na ktorých pracujú 3 profesori, 9 docentov, 51 odborných asistentov, 5 asistentov, z ktorých je 27 kandidátov vied. Súčasne prebieha schvaľovanie pokračovanie k vymenovaniu dvoch docentov a schvaľovanie pokračovanie na 14 obhajob kandidátskej dizertačnej práce.

Bohatá je činnosť fakulty aj na úseku vedeckého výskumu. V 6. 5RP je na fakulte zaradených 16 výskumných úloh, ktoré sú zamerané na riešenie najaktuálnejších otázok v oblasti mechanizácie rastlinnej výroby, živočíšnej výroby, energetických zdrojov, opravárstva a poľnohospodárskych stavieb.

Z doteraz vyriešených výskumných úloh boli vo viacerých prípadoch realizo-

vané výstupy. Pracovníci fakulty dosiaľ podali 11 zlepšovacích návrhov a 13 vynálezov, z ktorých už niekoľko bolo uznaných pre využitie v praxi.

Úspešne sa na fakulte rozvíja aj ŠVOČ, kde naši poslucháči so svojimi prácami vystupujú na fakultných, celoškolských kolách i v zahraničí, v čom dosahujú dobré výsledky a ich práce sa zaraďujú na popredné miesta.

Veľmi intenzívna je aj činnosť na úseku pomoci praxi, do ktorej je na fakulte zapojený široký okruh pedagogických pracovníkov. Táto činnosť z jednotlivých katedier je zameraná na poradenskú, oponentскую, prednáškovú a konzultačnú činnosť, ako aj na posudzovanie rôznych výhľadových koncepcií na úseku mechanizácie, modernizácie, optimalizácie strojového a traktorového parku a starostlivosti o poľnohospodársku techniku.

Hlavná pozornosť sa však sústreďuje najmä na poľnohospodárske podniky, s ktorými má vysoká škola uzatvorené zmluvy. Jedná sa o OPS - Nitra, MSCPV - Nitra, OPS - Povážská Bystrica a GR STS a OPS - Rovinka.

Mechanizačná fakulta má od roku 1971 schválenú komisiu pre obhajoby kandidátskych dizertačných prác a obhajoby verejnou vedeckou rozpravou z odboru 41-15-9 „Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby“.

Naša fakulta úzko spolupracuje aj so zahraničnými družobnými vysokými školami; práca sa orientuje hlavne na výmenu skúseností v oblasti vedy a výskumu, ako aj pedagogickej práce.

Z príležitosti tak významného výročia našej vysokej školy sa snažíme aspoň zčasti poukázať na to, čím sa zaoberá mechanizačná fakulta v oblasti vedy a výskumu. Toto číslo, venované článkom našej fakulty, je len čiastkovou oblasťou toho, čo skutočne robíme.

Veríme, že uvedené príspevky budú aspoň čiastočným prínosom pre prax, ako aj pre pracovníkov na úseku vedy a techniky.

Záverom možno konštatovať, že pred fakultou stoja ešte ďalšie a ďalšie zvýšené úlohy, ktoré je potrebné plniť, hlavne so zreteľom na výchovu absolventov v zmysle novej obsahovej prestavby štúdia, ako aj v realizácii opatrení postavených stranickými a štátnymi orgánmi so zameraním na výchovu mladej generácie, na výchovu nových odborných kádrov pre pomoc praxi.

Verím, že aj tieto náročné úlohy splníme dočasne, a tak sa chceme aktívne podieľať na dôstojných oslavách 30. výročia vysokého poľnohospodárskeho školstva na Slovensku.

*Prof. ing. Peter Ducho, CSc.  
dekan mechanizačnej fakulty  
Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre*



# **ŠPECIFICKÉ VLASTNOSTI SAMOMASTIACICH LOŽÍSK A MOŽNOSTI POUŽITIA TÝCHTO LOŽÍSK V KONŠTRUKCII POĽNOHOSPODÁRSKÝCH STROJOV**

**Š. Novák**

*Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra*

---

NOVÁK Š. *Špecifické vlastnosti samomastiach ložísk a možnosti použitia týchto ložísk v konštrukcii poľnohospodárskych strojov.* Zem. technika 22 (3-4) : 117-125, 1976.

Životnosť stroja určuje hlavne mechanické opotrebovanie a únava materiálu jeho súčiastok. Jednu z konkrétnych foriem zvyšovania technologicnosti konštrukcie poľnohospodárskych strojov je zavádzanie výrobkov práškovej metalurgie do ich konštrukcie, obzvlášť samomastiach ložísk, resp. ložísk pracujúcich na princípe suchého trenia.

skúšky na tribostore; samomastiace ložiská; pórovitosť; dovolené zafarbenie; klzná rýchlosť; teplota; koeficient trenia; tribotestor

---

Jedným z charakteristických znakov poľnohospodárskych strojov je pomerne veľký počet mastiacich miest, ktoré sa v prevažnej miere vzťahujú na ložiská. Nedostatočná starostlivosť o tieto dôležité súčiastky strojov býva potom príčinou výrazného znižovania životnosti ložísk, postupného znižovania správnej funkcie rotujúcich mechanizmov, ako aj častou príčinou havarijného stavu. Skutočnosť, že poľnohospodárske stroje sú vo všeobecnosti vystavené prašnému, alebo inému agresívnemu prostrediu, riešenie problémov súvisiacich so zvyšovaním prevádzkovej spoľahlivosti poľnohospodárskych strojov pri znižovaní náročnosti na ich údržbu ešte viac aktualizuje.

Vzhľadom na tieto okolnosti sa na katedre technickej mechaniky mechanizačnej fakulty VŠP v Nitre prišlo k preskúmaniu možnosti aplikácie výrobkov práškovej metalurgie, predovšetkým samomastiach ložísk v konštrukcii poľnohospodárskych strojov, ako jednej z konkrétnych foriem zvyšovania funkčnej a prevádzkovej bezpečnosti týchto strojov.

## **VLASTNOSTI SAMOMASTIACICH LOŽÍSK A LOŽÍSK PRACUJÚCICH NA PRINCIPE SUCHÉHO TREZIA**

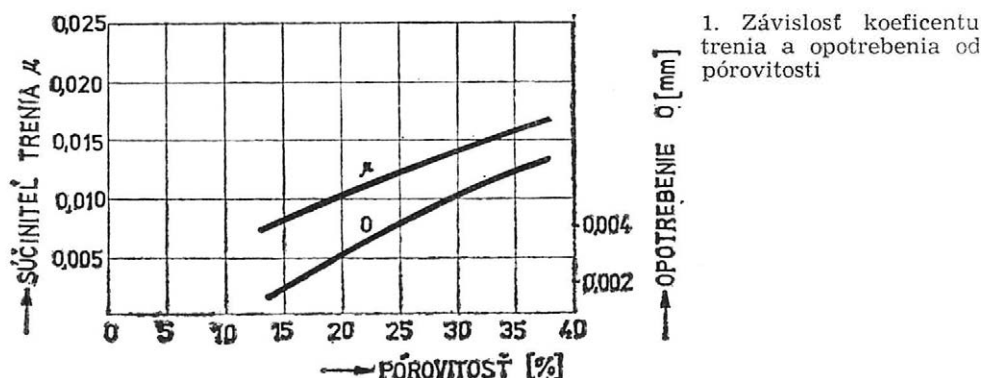
V súčasnej dobe sú v ČSSR vyrábané spekané ložiská na báze železa, bronzu a na báze železa, medi a grafitu. Tieto ložiská pracujú na princípe zásoby oleja v póroch. Od roku 1969 bola u nás započatá výroba ložísk

určených pre suché trenie, ktoré výrobca (ZVL, n. p., Mokrad') označuje ako ložiská DU.

Pórovitú štruktúru spekaných ložísk vytvára určitý systém nepravidelných kanálikov, ktoré bývajú často pospájané a vyúsťujú na povrch funkčnej plochy ložiska.

Pri zahriatí ložiska spôsobuje diferencia dilatácie termické prúdenie oleja, ktorý sa dostáva na klznú plochu, kde na ňu následkom adhézných síl prilne. Po ukončení prevádzky sa olej dostáva späť do vnútorných pórov následkom kapilárnych síl. U týchto ložísk prichádza preto do úvahy skôr pojem mazacej vrstvy ako olejový film, ktorý sa vytvára pri hydrodynamickom masení.

Vplyv pórovitosti spekaného ložiska na priebeh koeficientu trenia a opotrebovania ukazuje obr. 1.



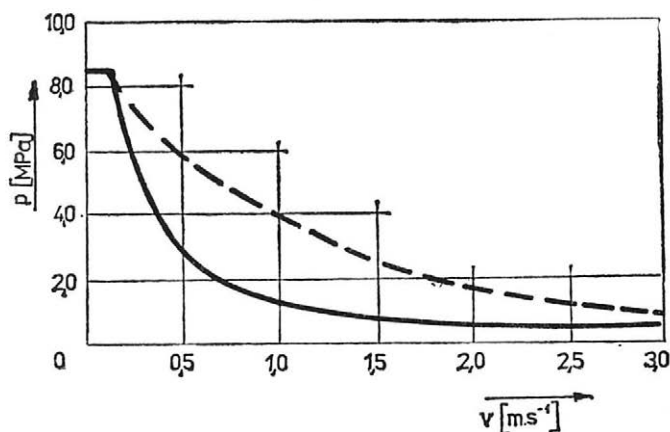
Zväčšenie pórovitosti má za následok jednak zväčšenie koeficientu trenia, jednak zväčšenie opotrebovania. Zväčšenie  $\mu$  je zapríčinené zmenšenou únosnosťou hydrodynamického tlaku na zaistenie medznej až kvapalinovej oblasti trenia. Zvýšená miera opotrebovania sa vysvetľuje vytvorením menej homogénneho nosného materiálu. Tak napr. zväčšením pórovitosti z 15 % na 30 % sa zvýši  $\mu$  i opotrebenie ložiska skoro dvojnásobne. Za optimálnu pórovitosť materiálu spekaných ložísk možno považovať 20 ÷ 35 %.

Zaťažiteľnosť spekaných ložísk závisí od viacerých faktorov. Predovšetkým je tu štruktúra materiálu, rozloženie pórov, druh prevádzky, spôsob uloženia, ložisková vŕľa a iné. Únosnosť ložiska najlepšie vyjadruje súčin merného tlaku a klznej rýchlosti, ktorý býva pre bežné prípady sériovo vyrábaných spekaných ložísk  $p \cdot v = 1,4 \div 2,4 \text{ MPa} \cdot \text{ms}^{-1}$ .

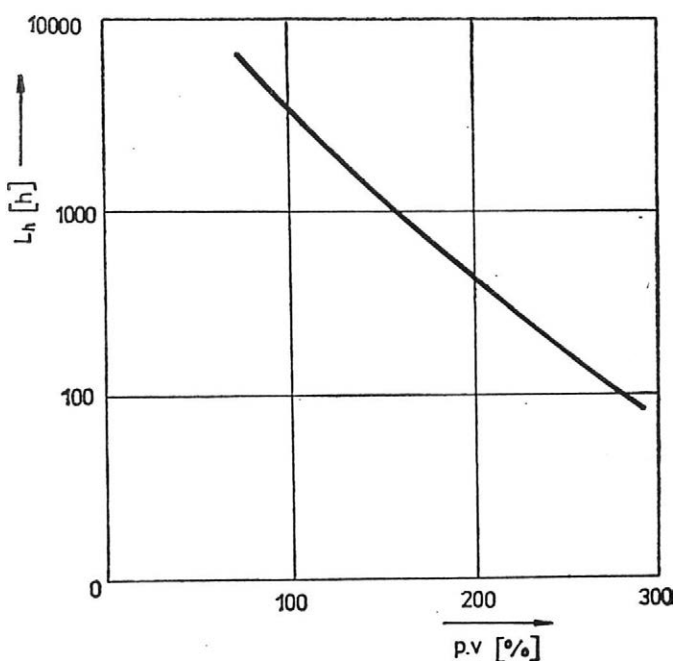
Dovolené zaťaženie spekaných ložísk znázorňuje diagram na obr. 2. Krivka kreslená plnou čiarou platí pre  $p \cdot v = 14 \text{ MPa} \cdot \text{ms}^{-1}$ . Krivka kreslená čiarkovane udáva maximálne prípustné zaťaženie.

V diagrame na obr. 3 je uvedená závislosť životnosti spekaného ložiska od zaťaženia v percente súčinu  $p \cdot v$ , pričom hodnota  $p \cdot v = 1,4 \text{ MPa} \cdot \text{ms}^{-1}$  je 100 %.

Pri uplatňovaní zásady, že životnosť ložiska  $L_h$  má byť taká ako životnosť príslušného mechanizmu, do ktorého sa montuje, potom treba zdô-



2. Diagram zataženia spekaných ložísk

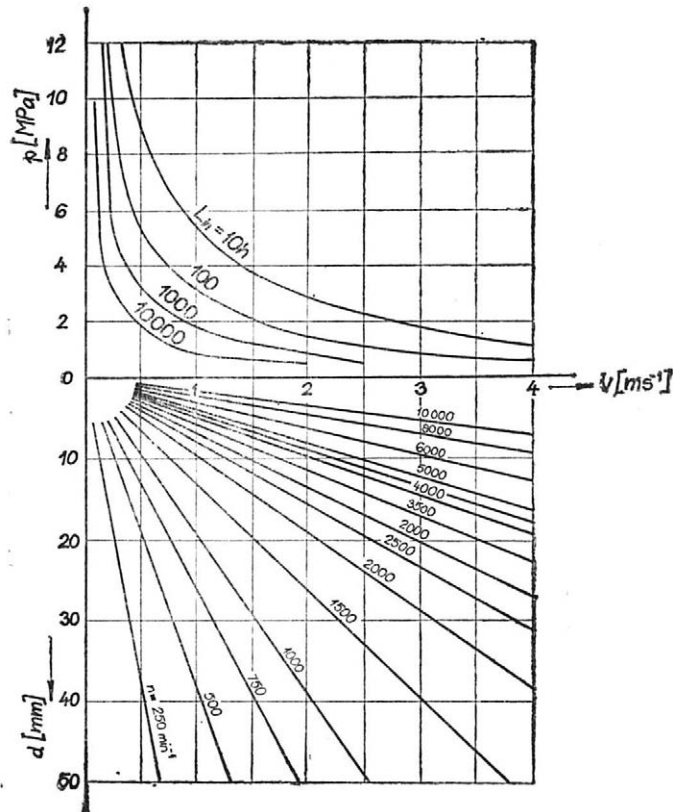


3. Životnosť spekaného ložiska v závislosti od súčinu  $p \cdot v$

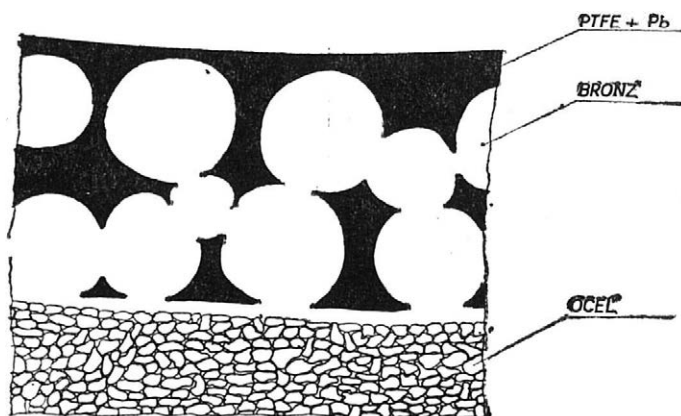
razniť, že o  $L_h$  bude rozhodovať hlavne merné zataženie  $p$  a klzná rýchlosť  $v$  (obr. 4.).

Pred niekoľkými rokmi vyvinula firma Glacier nový ložiskový materiál na báze syntetického polyméru, nazývaný polytetrafluoretylén (PTFE). Ložiská s týmto klzným materiálom pracujú bez masenia (suché trenie) a nazývajú sa teflónové (označenie DU). Ložiskový materiál PTFE sa vyznačuje veľmi dobrými klznými vlastnosťami, chemickou stálosťou a odolnosťou proti roztokom. Pozostáva z tenkého ocelového pásu, na ktorý je nanosená vrstva pórovitého bronzu, ktorého póry sú vyplnené zmesou PTFE a Pb, a samotnej vrstvy PTFE o hrúbke 0,025 mm (obr. 5).

4. Trvanlivosť spekaného ložiska v závislosti od merneho tlaku a obvodovej rýchlosti



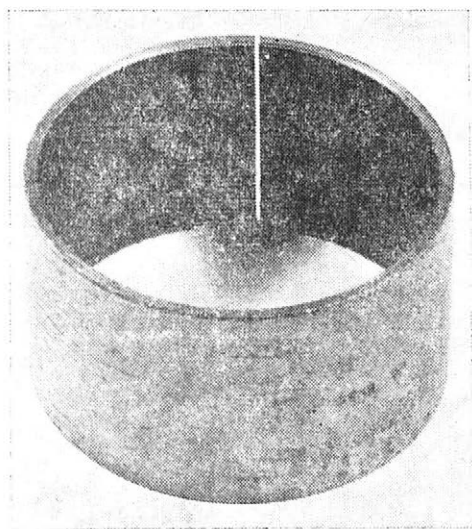
5. Štruktúra materiálu ložiska DU



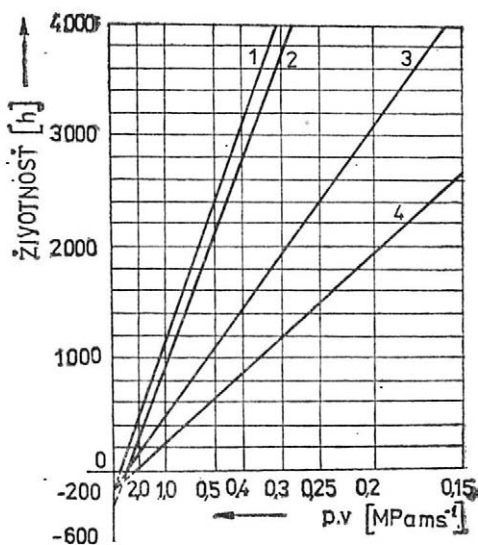
Po nanosení ložiskového materiálu sa ocelový pás skružuje a kalibruje. Skružované ložisko DU je na obr. 6.

Životnosť ložísk DU možno posudzovať z katalógových údajov ZVL, n. p., Mokrad v závislosti od súčinu  $p \cdot v$ . (obr. 7.).





6. Ložisko DU



7. Životnosť ložísk DU v závislosti od súčinnu  $p \cdot v$

- 1 — púzdro DU — čap z mäkkej ocele
- 2 — púzdro DU — čap tvrdo chromovaný (nestále zaťaženie)
- 3 — púzdro DU — čap z mäkkej ocele (nestále zaťaženie)
- 4 — axiálny krúžok — čap z mäkkej ocele

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Na katedre technickej mechaniky MF — VŠP v Nitre je výskum zameraný na prešetrenie možnosti zavádzania samomastiacich ložísk, resp. ložísk pracujúcich na princípe suchého trenia do konštrukcie poľnohospodárskych strojov. V prvej časti výskumu boli prevedené laboratórne merania za simulácie prevádzkových podmienok, pri ktorých stroje pracujú. Bola vytipovaná vrecovacia váha na zemiaky typu VhP — 32, u ktorej klasické valivé ložiská boli nahradené ložiskami DU.

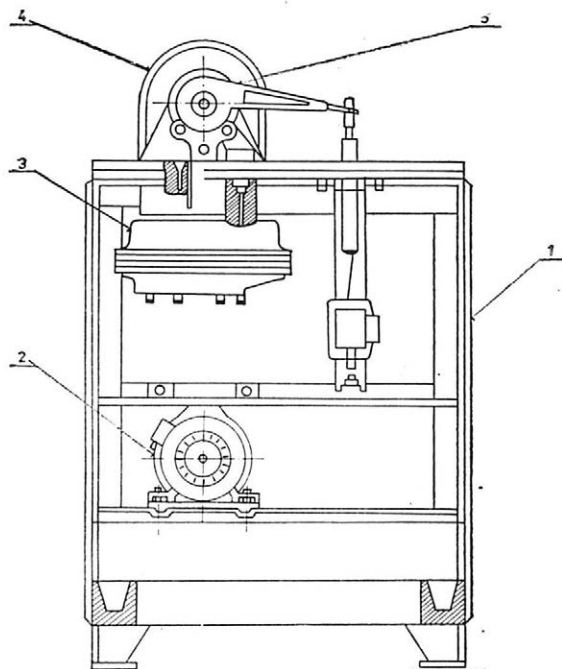
Laboratórne skúšky sa robili na tribotestori ZVL, n. p., Mokrads.

Schéma tribotestora je znázornená na obr. 8. Pozostáva z nosnej časti 1, elektromotora 2, vzduchového servomotora 3, vreteníka 4, v ktorom je uložené pracovné vreteno so skúšaným ložiskom, ktoré je nalisované v objímke ramena 5.

Celkový pohľad na tribotestor ukazuje obr. 9.

Regulácia a meranie základných veličín (zaťaženie, klzná rýchlosť, teplota ložiska, teplota okolia, koeficient trenia) sa robili elektrickou cestou.

Zaťažujúca sila v rozsahu 0–15 MPa je regulovateľná ručne, alebo automaticky. Od regulátora sa vzduch vedie k servomotoru a k snímaču tlaku vzduchu, v ktorom je umiestnený indukčný vysielateľ.



Pre reguláciu otáčok bol použitý jednosmerný elektromotor s možnosťou plynulej regulácie otáčok, napájaný z tyristorového regulátora. Rozsah otáčok vretena  $n = 0 \div 2800 \text{ min}^{-1}$ .

Meranie a registrácia teploty ložiska sa robí v rozsahu  $20 \div 300^\circ\text{C}$  termočlánkom Fe-Ko.

Na meranie  $M_k$  sa ako čidlo používa indukčný vysilač, ktorý je mechanicky spojený s ramenom.

## VÝSLEDKY

Výsledky laboratórnych skúšok ložísk DU  $\varnothing 18 \text{ mm}$  navrhovaných pre uloženie hriadela hnacieho bubna vrecovacej váhy VhP – 32 pri sledovaní medzného zaťaženia sú v tabulke I.

Výsledky zaťažovacích skúšok I. hnacieho bubna sú v tab. II.

Skúšky medzného zaťaženia sa robili za účelom overenia najvyššieho prípustného zaťaženia ložísk DU. V priebehu týchto skúšok sa zaťaženie ložísk postupne zvyšovalo, pričom sa sledoval priebeh teploty ložísk a koeficient trenia, aby sa mohla posúdiť funkčná spoľahlivosť ložísk.

Zaťažovacie skúšky sa robili za takých technických podmienok, pri ktorých majú ložiská v skutočnosti pracovať ( $p = 1,5 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,047 \text{ ms}^{-1}$ ).

Z tabuliek nameraných hodnôt je vidieť, že skúšané ložiská majú dobré prevádzkové parametre. Priebeh koeficientu trenia je priaznivý, nakoľko má klesajúcu tendenciu, čo možno pripisovať správne mu zábehu

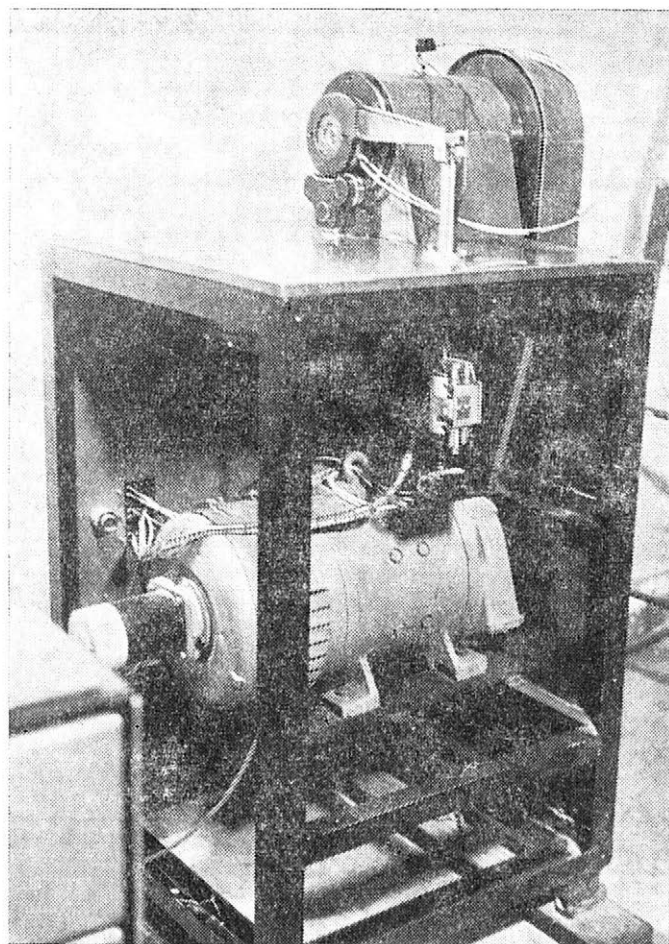
## I. Výsledky laboratórnych skúšok ložísk Ø 18

| Čas<br>min | Zaťaženie ložiska        |            | Teplota<br>ložiska<br>°C | Trecí<br>moment<br>Nm | Súčiniteľ<br>trenia | Opotrebenie mm |         |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|----------------|---------|
|            | $F$<br>10 <sup>3</sup> N | $p$<br>MPa |                          |                       |                     | ložisko        | hriadeľ |
| 10         | 0,48                     | 1,33       | 32                       | 0,865                 | 0,180               |                |         |
| 20         | 0,62                     | 1,72       | 34                       | 1,130                 | 0,182               |                |         |
| 30         | 0,84                     | 2,33       | 37                       | 1,440                 | 0,171               |                |         |
| 40         | 1,10                     | 3,05       | 40                       | 1,680                 | 0,152               |                |         |
| 50         | 1,40                     | 3,90       | 43                       | 1,850                 | 0,132               |                |         |
| 60         | 1,64                     | 4,55       | 47                       | 2,160                 | 0,131               |                |         |
| 70         | 2,00                     | 5,55       | 50                       | 2,400                 | 0,120               |                |         |
| 80         | 2,30                     | 6,40       | 55                       | 2,460                 | 0,107               |                |         |
| 90         | 2,60                     | 7,20       | 59                       | 2,540                 | 0,101               |                |         |
| 100        | 3,00                     | 8,45       | 65                       | 3,050                 | 0,101               |                |         |
| 110        | 3,30                     | 9,18       | 71                       | 3,360                 | 0,102               |                |         |
| 120        | 3,70                     | 10,60      | 78                       | 3,120                 | 0,084               |                |         |
| 130        | 4,05                     | 11,20      | 78                       | 2,880                 | 0,091               |                |         |
| 140        | 4,50                     | 12,50      | 62                       | 5,050                 | 0,112               |                |         |
| 150        | 4,80                     | 13,35      | 60                       | 6,130                 | 0,128               |                |         |
| 160        | 5,25                     | 14,55      | 67                       | 6,850                 | 0,130               |                |         |
| 170        | 5,70                     | 15,80      | 70                       | 7,200                 | 0,126               | 0,12           | 0,0     |

## II. Výsledky zaťažovacích skúšok hriadeľa hnacieho bubna

| Čas<br>min | Zaťaženie ložiska        |            | Teplota<br>ložiska<br>°C | Trecí<br>moment<br>Nm | Súčiniteľ<br>trenia | Opotrebovanie mm |         |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|---------|
|            | $F$<br>10 <sup>3</sup> N | $p$<br>MPa |                          |                       |                     | ložisko          | hriadeľ |
| 20         | 0,54                     | 1,5        | 23                       | 1,53                  | 0,26                |                  |         |
| 40         | 0,54                     | 1,5        | 28                       | 1,44                  | 0,24                |                  |         |
| 60         | 0,54                     | 1,5        | 30                       | 1,44                  | 0,24                |                  |         |
| 80         | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,37                  | 0,23                |                  |         |
| 100        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,37                  | 0,23                |                  |         |
| 120        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,37                  | 0,23                |                  |         |
| 140        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,25                  | 0,21                |                  |         |
| 160        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,25                  | 0,21                |                  |         |
| 180        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,25                  | 0,21                |                  |         |
| 200        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,20                  | 0,20                |                  |         |
| 220        | 0,54                     | 1,5        | 32                       | 1,20                  | 0,20                |                  |         |
| 240        | 0,54                     | 1,5        | 31                       | 1,20                  | 0,20                |                  |         |
| 260        | 0,54                     | 1,5        | 30                       | 1,20                  | 0,20                |                  |         |
| 280        | 0,54                     | 1,5        | 30                       | 1,20                  | 0,20                |                  |         |
| 300        | 0,54                     | 1,5        | 30                       | 1,20                  | 0,20                | 0,01             | 0,0     |

9. Celkový pohľad na tribotestor



ložísk, ktorý sa prejaví nanosením časti PTFE z ložiska na čap už pri prvých otáčkach čapu. Väčším hodnotám merných tlakov  $p$  a obvodovým rýchlostiam  $v$  odpovedá vyššia prevádzková teplota ložiska a naopak.

## ZAVER

Výsledky laboratórnych skúšok ložísk DU pracujúcich na princípe suchého trenia ukazujú, že ich využitie v konštrukcii poľnohospodárskych strojov je jednou z konkrétnych foriem znižovania náročnosti na údržbu týchto strojov. Pri konfrontácii katalógových hodnôt výrobcu možno zistiť, že trvanlivosť ložísk DU hriadela hnacieho bubna vrecovacej váhy VhP – 32 bude okolo 4000 prevádzkových hodín.

## Literatúra

GLÉZL, Š.: Výroba, charakteristika a uplatnenie práškovou metalurgiou vyrábá-  
ných ložísk. Zbor. ved. prác. SF SVTS, Bratislava, 1970, zv. 9-10.  
KASALA, V.: Experimentálne výsledky skúšok spekaných ložísk za vyšších klz-  
ných rýchlostí. I. medzinárodné sympóziu o klznom uložení, Vysoké Tatry 1972.

Došlo dňa 10. 12. 1975

НОВАК Ш. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Специфические свойства  
самосмазывающих подшипников и возможности применения этих подшипников в конструк-  
ции сельскохозяйственных машин. Zem. technika 22 (3-4) : 117-125, 1976.

Срок службы машин определяет, главным образом, механический износ и усталость мате-  
риала его деталей. Одной из конкретных форм повышения технологичности конструкции  
сельскохозяйственных машин является внедрение изделий порошковой металлургии в их  
конструкцию, особенно самосмазывающих подшипников, или подшипников, работающих на  
принципе сухого трения.

испытания на триботесторе; самосмазывающие подшипники; пористость; позволенная на-  
грузка; скорость скольжения; температура; коэффициент трения; триботестор

NOVÁK Š. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Specific Properties  
of Selflubricated Bearings and Possibilities of Using these Bearings for Construc-  
tion of Farm Machines*. Zem. technika 22 (3-4) : 117-125, 1976.

The service life of a machine is determined above all by the mechanical wear and  
by the fatigue of its components. One of the concrete forms of the raising up of  
the level of technology of construction of agricultural machines is the introduc-  
tion of the products of powder metallurgy into the construction of these machi-  
nes, particularly of the selflubricated bearings, i. e. of bearings working on the  
principle of solid friction.

tests on a tribotester; selflubricated bearings; porosity; permissible load; slide  
speed; temperature; coefficient of friction; tribotester

NOVÁK Š. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Spezifische  
Eigenschaften der selbstschmierenden Lager und Einsatzmöglichkeiten dieser Lager  
im Bau von Landmaschinen*. Zem. technika 22 (3-4) : 117-125, 1976.

Die Standzeit einer Maschine wird hauptsächlich durch den mechanischen Ver-  
schleiß und Werkstoffermüdung ihrer Einzelteile bestimmt. Eine der konkreten  
Formen für die Steigerung der technologischen Gerechtigkeit der Landmaschinen-  
konstruktion ist die Einführung der Produkte von Pulvermetallurgie in deren Kon-  
struktion, besonders Einführung der selbstschmierenden Lager, bzw. der auf dem  
Prinzip der Trockenreibung arbeitenden Lager.

Prüfungen am Tribotestor; selbstschmierende Lager; Porigkeit; zulässige Belas-  
tung; Gleitgeschwindigkeit; Temperatur; Reibwert; Tribotestor

---

Adresa autora:

Ing. Štefan Novák, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

## Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné 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.

DIMÉNY, I. D 63.054

**Az állattartás gépesítésének ökonomiája.** Budapest, Akadémiai Kiadó 1974. 249 s. 25 obr. 25 tab. (Chov hospodářských zvířat — mechanizace — efektivnost ekonomická — příručky)

KLEBAN, A. S. E 37.206

**Kormoprygotuvalni mašyny.** Kyjiv, Urožaj 1974. 85 s. obr. (Krmiva — výroba — mechanizace / Krmivové směsi — výroba — mechanizace / / Krmivářské stroje — technická obsluha)

E 36.287/20

**Automatic feeding of poultry and pigs.** Kenilworth, The electricity council 1974. 60 s. obr. tab. Farmaelectric handbook No. 20. (Prase a drůbež — krmení — mechanizace)

VALDMAN, A. R. — ZACHARČENKO, N. M. — ABRAMOV, A. I.

E 37.207

**Feina de nutreaur verž.** Kišineu, Kartja moldovenskaia 1973. 69 s. obr. tab. (Krmné moučky — zelená píce — výroba — mechanizace)

KATSYGIN, V. — RYBAKOV, A. C 22.720/17 angl.

**Milking methods and milking machines.** Geneva, ECE 1974. 30 + 11 s. 11 obr. 7 tab. AGRI/GE.2/R.17. (Evropská hospodářská komise — odbor zemědělský — skupina mechanizační — zasedání — 20. /1974/ — zprávy / Dojící stroje — druhy — použití — zprávy EHK)

SHEPHERD, H. M. D 29.321/7

**Milking performance in rotary parlours.** Aberdeen, Coll. of agric. 1975. 18 s. obr. 5 tab. Bulletin No. 7. (Dojírny rotační — dojení — metody)



# PREDLŽOVANIE ŽIVOTNOSTI PIESTOVÝCH KRÚŽKOV TRAKTOROVÝCH MOTOROV MECHANICKÝM SPEVNŮVANÍM POVRCHU

B. Bátora, M. Marko

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

BÁTORA B., MARKO M. *Predlžovanie životnosti piestových krúžkov traktorových motorov mechanickým spevňovaním povrchu.* Zem. technika 22 (3-4) : 127-135, 1976.

Vývoj nových vysokovýkonných traktorov kladie zvýšené nároky i na dobrú prácu a životnosť piestových krúžkov traktorových motorov. V predloženej práci je preskúmaný problém možnosti predĺženia životnosti piestových krúžkov traktorových motorov mechanickým spevňovaním povrchu. Mechanické spevňovanie bolo aplikované na pracovnú plochu piestových krúžkov, čím sa dosiahlo 3,34-násobné zvýšenie odolnosti proti opotrebeniu v porovnaní s krúžkami feroxovanými. Ostatné ukazovatele, ako je presnosť a pevnosť spevnených krúžkov, dosahujú prijateľné hodnoty.

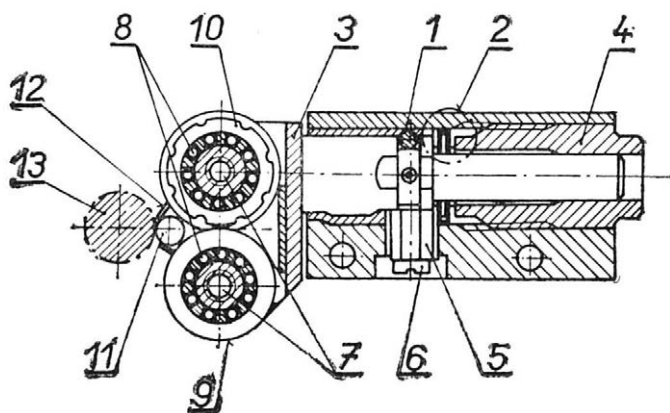
piestové krúžky; mechanické spevňovanie povrchov; odolnosť proti opotrebeniu; životnosť

---

Všeobecným trendom vo vývoji traktorov je zvyšovanie ich výkonov. To vyvoláva nutnosť riešiť problém životnosti viacerých častí traktorov, okrem iného i piestových krúžkov traktorových motorov. Už dnes piestové krúžky po stránke kvality, teda správnej činnosti a životnosti, napriek mnohým vylepšeniam, v motoroch často nevyhovujú. stávajú sa prípady, keď sa piestové krúžky opotrebojú vo veľmi krátkom čase. To má za následok rapídne znižovanie výkonu motora a nadmernú spotrebu oleja. Často sme potom nútení vymieňať celú piestovú skupinu motora predčasne. Preto riešenie životnosti a kvality piestových krúžkov je naliehavou úlohou.

Na vyriešenie tohoto problému sa ponúka nová progresívna technológia — mechanické spevňovanie povrchov. Zvýšená povrchová tvrdosť, malá drsnosť a prítomnosť priaznivých tlakových povrchových napätí mechanicky spevnených povrchov umožňujú zlepšiť prevádzkové vlastnosti takto obrobených strojových častí. Známe zvýšenie odolnosti proti opotrebeniu, zvýšená únavová pevnosť a zlepšená korózná odolnosť mechanicky spevnených častí nám dali podnet riešiť problém predĺženia životnosti piestových krúžkov traktorových motorov touto cestou.

Na experimenty sme použili tesniace piestové krúžky traktorových motorov **unifikovaného** radu so štvorhranným prierezom KK 100 s kolmou pracovnou plochou o menovitom priemere  $D = 95$  mm. Materiál týchto krúžkov je štandardná sivá liatina, podľa ČSN 02 7001, označená BO.



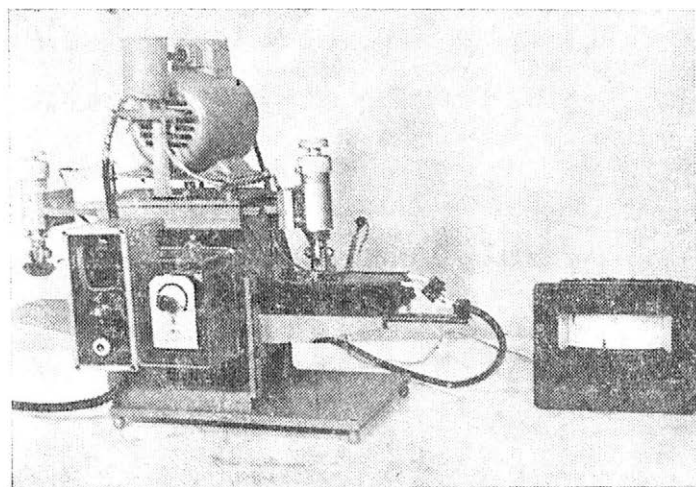
1. Dynamická valčekovacia vidlica Vdv

1 — držiak, 2 — pružný člen, 3 — vidlica, 4 — matica, 5 — pero, 6 — skrutka, 7 — čapy, 8 — ihlové ložisko, 9 — oporná kladka, 10 — dynamická kladka, 11 — tvárniaci valček, 12 — klietka, 13 — obrobok

Spevnenie sme uskutočnili na pracovnej ploche krúžkov dynamickou valčekovacou vidlicou Vdv (obr. 1), pracujúcou podľa čs. patentu č. 92 154, po konečnom sústružení na čisto. Pri experimentoch boli odskúšané všetky varianty vplyvov parametrov obrábania a spevnenia pracovnej plochy, ako i všetky tvárnice valčeky a dynamické vačky dodané valčekovacou vidlicou.

Pre zistenie preukaznosti spevnenia pracovnej plochy a jeho vplyvu na vlastnosti takto upravených krúžkov sme uskutočnili nasledujúce rozbery a merania:

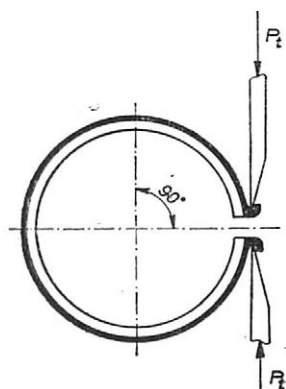
1. metalografické rozbery spevnenej vrstvy na metalografickom mikroskope „Neofot“ firmy Zeiss,
2. stanovenie stupňa a hĺbky spevnenia meraním mikrotvrdosti mikrotvrdometrom PMI 3,
3. skúšky opotrebenia spevnených krúžkov na špeciálne k tomu vyrobenom prístroji (obr. 2),
4. meranie drsnosti spevnenej plochy profilografom firmy Taylor Hobson.
5. skúšky presnosti spevnených krúžkov meraním hrúbky krúžkov po obvode a stanovením veľkosti súčtu stredového uhlu priesvitu krúžkov v kalibri o menovitom priemere,
6. pevnostné skúšky spevnených krúžkov, t. j. meranie tangenciálnej sily podľa obr. 3, stanovenie súčiniteľa trvalej deformácie a súčiniteľa



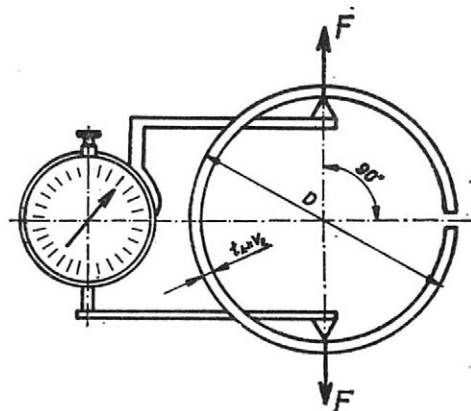
2. Prístroj na skúšky opotrebenia piestových krúžkov

úbytku tangenciálnej sily vplyvom tepelného namáhania na zariadení podľa obr. 4; meranie a vyhodnotenie výsledkov sme uskutočnili podľa ČSN 02 7001.

Vlastnosti spevnených krúžkov boli porovnané s vlastnosťami sériovo vyrábaných feroxovaných krúžkov.



3. Schéma merania tangenciálnej sily

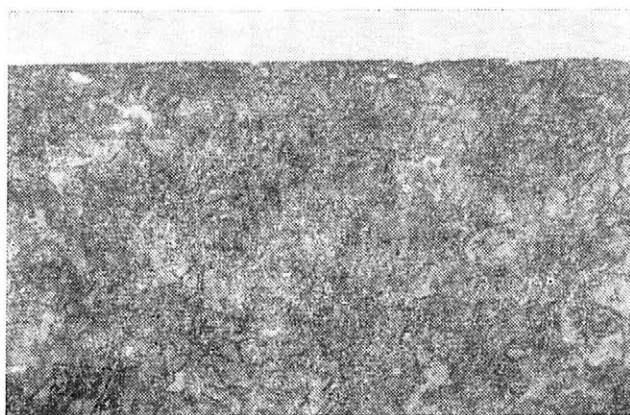


4. Schéma zariadenia na skúšky trvalej deformácie piestových krúžkov

## VÝSLEDKY

Metalografické rozbery vzoriek spevnených piestových krúžkov ukázali, že spevnením pracovnej plochy sa jej povrchová vrstva ovplyvní, čo sa prejaví deformáciou štruktúry. Ovplyvnená vrstva siaha do hĺbky 0,02 až 0,03 mm. Prenik a stupeň deformácie je závislý od deformačnej rýchlosti. Podľa šetrenia vplyvu obvodovej rýchlosti na spevnenie pre mechanické spevnenie skúmaného materiálu najviac vyhovujú obvo-

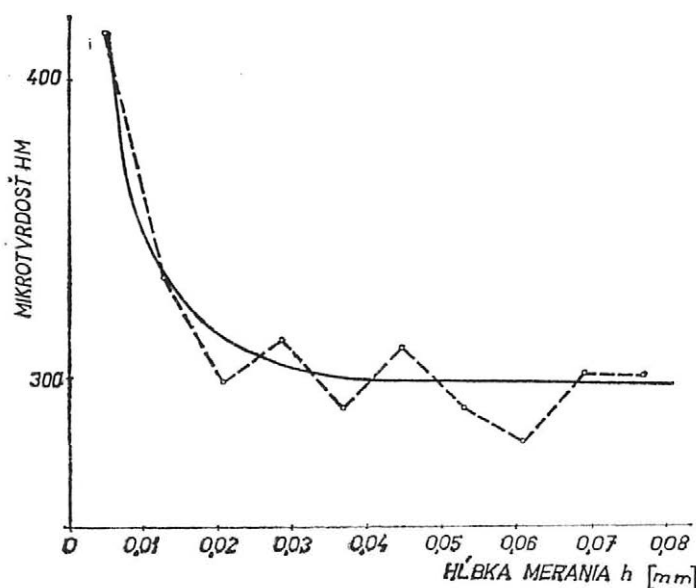
dové rýchlosti v rozsahu 15 až 22 m min<sup>-1</sup>. Deformácia štruktúry spevnenej vrstvy za použitia obvodovej rýchlosti 15 m min<sup>-1</sup> je na obr. 5, orientácia deformovaných zŕn smeruje sprava doľava.



5. Štruktúra spevnenej vrstvy  
 $v_s = 15 \text{ m min}^{-1}$ , zväčšené 300 $\times$

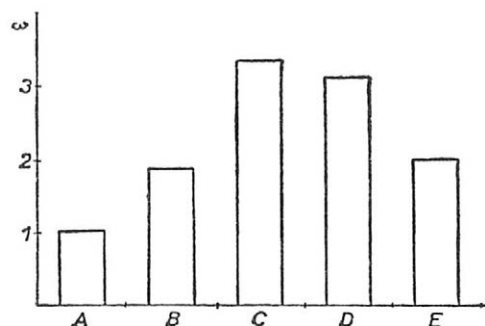
Priemerné výsledky meraní mikrotvrdości spevnenej vrstvy na obvodovom výbruse smerom od povrchu do základného materiálu sú zobrazené v grafe na obr. 6. Tu je vidieť, že preukaznú zmenu tvrdości sme zaznamenali do hĺbky 0,03 až 0,04 mm. Dosiahnuté spevnenie, t. j. zvýšenie tvrdości na povrchu proti základnému materiálu o 39 %, je pomerne vysoká hodnota, ktorá môže podstatne ovplyvniť odolnosť proti opotrebeniu.

Skúšky opotrebenia spevnených krúžkov ukázali, že na ich odolnosť proti opotrebeniu má vplyv viac faktorov. Predovšetkým to je obvodová rýchlosť spevňovania. Ako ukazuje graf na obr. 7, maximálnej pomernej



6. Priebek mikrotvrdości v závislosti od hĺbky merania od povrchu

odolnosti proti opotrebeniu  $\varepsilon = 3,34$  oproti feroxovaným krúžkom sa dosiahne pri obvodovej rýchlosti spevňovania  $15 \text{ m min}^{-1}$ , čím sa potvrdili i výsledky metalografických rozborov. Priemer tvárniaceho valčeka pri danom materiále má na zmenu pomernej odolnosti proti opotrebeniu nepatrný vplyv. Pri zmene hĺbky zbrúsenia plošky na dynamickej

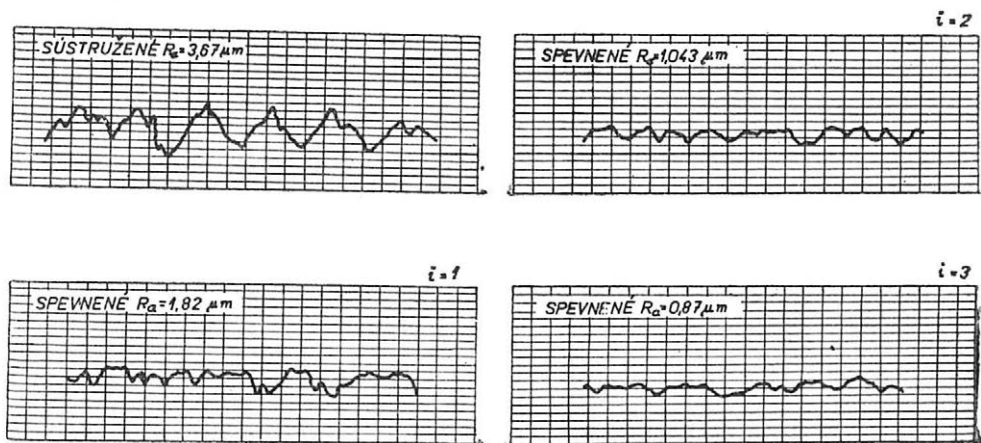


7. Závislosť pomernej odolnosti proti opotrebeniu od obvodovej rýchlosti spevňovania

A — feroxovaný krúžok, B — spevnený,  $v_s = 10,5 \text{ m min}^{-1}$ ; C — spevnený,  $v_s = 15 \text{ m min}^{-1}$ ; D — spevnený,  $v_s = 22,4 \text{ m min}^{-1}$ ; E — spevnený,  $v_s = 29 \text{ m min}^{-1}$

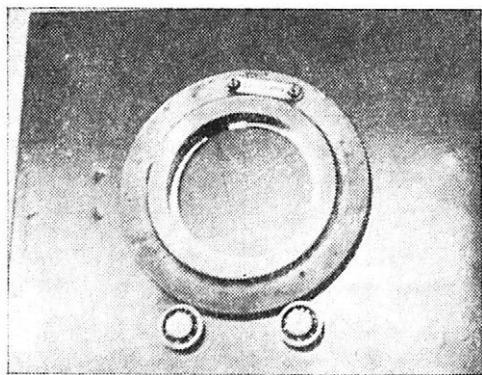
vačke valčekovacej vidlice, ktorá udáva veľkosť silových impulzov tvárniacemu valčeku, se ukázal pomerne vysoký vplyv na pomernú odolnosť proti opotrebeniu. Z dodávaných vačiek k valčekovacej vidlici Vdv, s hĺbkami zbrúsenia 0,02; 0,03 a 0,08 mm, sme najlepšie výsledky dosiahli vačkou so zbrúsením 0,08 mm.

Merania drsnosti povrchu po spevnení potvrdili, že na konečnú drsnosť povrchu má vplyv východisková drsnosť (ovplyvnená tvarom noža a posuvom pri sústružení na čisto), posuv pri spevnení a počet prechodov tvárniaceho valčeka. Výsledky merania ukázali, že mechanickým spevnením pracovnej plochy piestových krúžkov sa dá dosiahnuť povrch s podstatne vyšším nosným podielom ako je na krúžkoch feroxovaných. Ako ukazuje obr. 8, drsnosť povrchu sa pri jednom prechode tvárniaceho valčeka zmenšila asi na  $1/2$ , pri dvoch na  $1/3$  a pri troch na  $1/4$  pôvodnej drsnosti. Zmenšovaním posuvu pri spevňovaní sa znižuje i konečná drsnosť povrchu.



8. Zmena drsnosti povrchu pracovnej plochy v závislosti od počtu prechodov tvárniaceho valčeka

Skúšky presnosti spevnených krúžkov ukázali, že mechanickým spevnením sa geometrická presnosť krúžkov v podstate nemení. Dosiahnutý rozsah pri meraní hrúbky krúžku po obvode bol pri feroxovaných a spevnených krúžkoch rovnaký a zodpovedá predpísanej tolerancii ČSN 02 7001. Niektorých nepriaznivých výsledkov pri spevnených krúžkoch sme dosiahli v súčte stredových uhlov priesvitu. Pri meraní priesvitu (obr. 9) sa z celkového počtu 15 spevnených krúžkov, ako ukazuje tab. I.



9. Prístroj na meranie priesvitu krúžku

vyskytli krúžky bezpriesvitné — 4 kusy, krúžky s priesvitom ešte zodpovedajúcim ČSN 02 7001 — 7 kusov a krúžky nad hornú hranicu priesvitu — 4 kusy. Podrobným štetrením tohto javu sa však ukázalo, že nejde o žiadnu zákonitú deformáciu a zhoršenie priesvitu je zapríčinené horšími podmienkami presnosti pri našich experimentoch. Priesvit nad 30<sup>0</sup> je obecné orientovaný a spravidla rozložený v kratších úsekoch po obvode krúžku. Dá sa konštatovať, že otázka bezpriesvitnosti spevnených krúžkov, podobne ako pri súčasnej technológii výroby feroxovaných krúžkov, je otázkou dodržania požiadaviek presnosti výroby.

Už vizuálnou kontrolou sme zistili, že spevnením pracovnej plochy sa zmenšuje výrez zámky voľného krúžku (krúžok sa sťahuje). Tento jav je zapríčinený vznikom tlakových napätí v spevnenej vrstve. Nakoľko hodnota tangenciálnej sily krúžku je závislá od veľkosti tohoto výrezu a značí dôležitý faktor v práci krúžku, boli sme nútení uskutočniť merania i v tomto smere. Ako ukazuje tab. I, jeden prechod tvárniaceho valčeka môže znížiť tangenciálnu silu až o 10 %, dva prechody o 15 % a tri prechody až o 25 %. I keď pri jednom prechode sa ešte dosiahne predpísaná tolerancia ČSN 02 7001, všeobecný trend je tangenciálnu silu zvyšovať. Preto úkaz zníženia tejto sily pri spevnení sa javí ako nepriaznivý a je ho potrebné odstrániť. O to sme sa pokúsili spevnením aj vnútorného obvodu krúžku upravenou spevňovacou vidlicou. Pri opätovnom meraní takto spevnených krúžkov (tab. II), i napriek určitým nedostatkom spevňovacieho zariadenia (malá tuhosť), sme dosiahli mierne zvýšenie tangenciálnej sily v priemere o 2 %. Z toho vyplýva, že otázka je touto cestou riešiteľná, len je potrebné vyriešiť spevňovacie zariadenie.

Súčiniteľ trvalej deformácie bol pri spevnených krúžkoch priaznivejší ako pri krúžkoch feroxovaných (tab. II). Tento súčiniteľ v oboch skupinách krúžkov zodpovedá tolerancii predpísanej ČSN 02 7001. Súčiniteľ



I. Stredový uhol priesvitu a tangenciálna sila v závislosti od povrchovej úpravy

| Úprava povrchu | Číslo krúžku | Vôľa zámky $s_k$ (mm) | Výrez zámky $s_k$ (mm) | Stredový uhol priesvitu ( $^\circ$ ) | Tangenciálna sila $P_t$ (N) | Rozdiel od predpísanej $P_t$ (%) |
|----------------|--------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Feroxovaný     | 1            | 0,35                  | 14,00                  | 10                                   | 19,1                        | + 6,1                            |
|                | 2            |                       |                        | 0                                    | 17,3                        | - 3,8                            |
|                | 3            |                       |                        | 0                                    | 18,7                        | + 3,8                            |
|                | 4            |                       |                        | 0                                    | 18,8                        | - 4,4                            |
|                | 5            |                       |                        | 5                                    | 18,2                        | + 1,1                            |
| Spevnený       | 1 prechod    | 0,35                  | 11,50<br>-12,50        | 0                                    | 18,2                        | + 1,1                            |
|                |              |                       |                        | 30                                   | 17,4                        | - 3,3                            |
|                |              |                       |                        | 60                                   | 16,3                        | - 9,4                            |
|                |              |                       |                        | 0                                    | 17,0                        | - 5,5                            |
|                |              |                       |                        | 20                                   | 16,5                        | - 8,3                            |
|                | 2 prechody   | 0,35                  | 11,00                  | 15                                   | 15,0                        | -16,6                            |
|                |              |                       |                        | 60                                   | 16,4                        | - 8,8                            |
|                |              |                       |                        | 15                                   | 16,5                        | - 8,3                            |
|                |              |                       |                        | 0                                    | 16,2                        | -10,0                            |
|                |              |                       |                        | 60                                   | 15,5                        | -13,8                            |
|                | 3 prechody   | 0,35                  | 10,00                  | 20                                   | 13,5                        | -25,0                            |
|                |              |                       |                        | 60                                   | 14,0                        | -22,2                            |
|                |              |                       |                        | 0                                    | 13,5                        | -25,0                            |
|                |              |                       |                        | 20                                   | 14,5                        | -19,4                            |
|                |              |                       |                        | 15                                   | 13,5                        | -25,0                            |

II. Vplyv vnútorného spevňovania na tangenciálnu silu, súčiniteľ trvalej deformácie, úbytok tangenciálnej sily pri zvýšenej teplote

| Druh úpravy povrchu | Číslo krúžku | Tangenciálna sila pred vnútorným spevnením $P_t$ (N) | Tangenciálna sila po vnútornom spevnení $P_t$ (N) | Tangenciálna sila po zahriatí $P_t$ (N) | Súčiniteľ úbytku tangenciálnej sily $\theta$ (%) | Súčiniteľ trvalej deformácie $C$ (%) |
|---------------------|--------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Spevnené            | 1            | 17,4                                                 | 17,7                                              | 16,7                                    | 5,60                                             | —                                    |
|                     | 2            | 16,3                                                 | 16,5                                              | —                                       | —                                                | 9,8                                  |
|                     | 3            | 18,2                                                 | 18,5                                              | —                                       | —                                                | 10,1                                 |
|                     | 4            | 17,0                                                 | 17,5                                              | —                                       | —                                                | 3,1                                  |
| Feroxované          | 1            | 18,2                                                 | 18,4                                              | 18,0                                    | 2,16                                             | —                                    |
|                     | 2            | 18,7                                                 | 19,0                                              | —                                       | —                                                | 9,2                                  |
|                     | 3            | 18,8                                                 | 19,1                                              | —                                       | —                                                | 10,0                                 |
|                     | 4            | 17,3                                                 | 17,5                                              | —                                       | —                                                | 11,4                                 |

úbytku tangenciálnej sily vplyvom tepelného namáhania & spevnených krúžkov (5,6 %) je hodnota vyššia ako pri krúžkoch feroxovaných a presahuje predpísanú toleranciu uvedenej normy o 0,6 %.

## ZÁVER

Riešenie predloženej práce prinieslo celý rad kladných výsledkov.

Dosiahnuté 3,34-násobné zvýšenie odolnosti spevnených krúžkov proti opotrebeniu oproti feroxovaným krúžkom a prijateľné ukazovatele ich pevnosti a presnosti zvýhodňujú spevnené krúžky proti feroxovaným a dávajú predpoklad možnosti realizácie mechanického spevňovania povrchu pri výrobe piestových krúžkov traktorových motorov za účelom zvýšenia ich životnosti.

## Literatúra

- ADAM, V.: Zpevňování a zpřesňování povrchu. Stát. nakl. techn. lit., Praha 1966.  
ALEXEJEV, P. G.: Povyšeniye iznosostojkosti stálных detalej путом поверхностного упрочнения. Станки и инструменты, 1968, č. 1.  
BÁTORA, B.: Príspevok k problému opotrebenia mechanicky spevnených povrchov. Zborník VŠP, Nitra, 1972, č. 11.  
ENGLISH, K.: Поршневые колца I. диел. Маšгиз, Москва 1962.  
ENGLISH, K.: Поршневые колца II. диел. Маšгиз, Москва 1963.

Došlo dňa 10. 12. 1975

БАТОРА Б., МАРКО М. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Удлинение срока службы поршневых колец у тракторных двигателей путем механического упрочнения поверхности. Зем. техника 22 (3-4) : 127-135, 1976.

Развитие новых высокопроизводительных тракторов повышает требования и к хорошей работе и сроку службы поршневых колец тракторных двигателей. В предлагаемой работе изучена проблема возможности удлинения срока службы поршневых колец тракторных двигателей путем механического упрочнения поверхности. Механическое упрочнение применялось на рабочей площади поршневых колец, в результате чего было достигнуто 3,4 кратное повышение устойчивости к износу по сравнению с кольцами фероксированными. Остальные показатели, как например, точность и прочность укреплённых колец имеют приемлемые величины.

поршневые кольца; механическое укрепление поверхности; устойчивость против износа; срок службы

BÁTORA B., MARKO M. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Prolongation of the Life Service of Piston Rings of Tractor Motors by the Mechanical Hardening of the Surface*. Zem. техника 22 (3-4) : 127-135, 1976.

The development of new heavy-duty tractors lays raised claims also on good performance and life service of piston rings of tractor motors. In the paper the possibility to prolong the life service of piston rings of tractor motors by the mechanical hardening of the surface is investigated. The mechanical hardening was applied to the working surface of piston rings and thus a 3.34-fold increase of the wear resistance in comparison with ferroxed rings was achieved. The remaining parameters, such as the accuracy and firmness of hardened rings, achieve acceptable values.

piston rings; mechanical hardening of the surface; wear resistance; life service

BÁTORA B., MARKO M. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Verlängerung der Lebensdauer von Kolbenringen der Schleppermotoren durch mechanische Oberflächenverfestigung*. Zem. техника 22 (3-4) : 127-135, 1976.

Die Entwicklung von neuen leistungsstarken Schleppern stellt erhöhte Ansprüche auch auf gute Arbeit und Lebensdauer der Kolbenringe von Schleppermotoren. Im vorliegenden Aufsatz wird das Problem der Verlängerung der Lebensdauer von Kolbenringen der Schleppermotoren durch mechanische Oberflächenverfestigung untersucht. Die mechanische Verfestigung wurde auf die Arbeitsfläche der Kolbenringe angewendet, wodurch eine 3,34-malige Steigerung der Verschleißfestigkeit im Vergleich zu den ferroxierten Ringen erzielt wurde. Die übrigen Kennziffern, wie Exaktheit und Festigkeit der verfestigten Ringe erzielen vertretbare Werte.

Kolbenringe; mechanische Oberflächenverfestigung; Verschleißfestigkeit; Lebensdauer

---

*Adresa autorov:*

Ing. Bohumil B á t o r a, doc. ing. Michal M a r k o, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

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

Uvedené publikace je možné 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.

MŽELSKIJ, N. I. D 63.686  
**Vakumnyje nasosy dlja doilnych ustanovok.** Moskva, Mašinostrojenije 1974. 149 s. obr. tab. (Dojící zařízení — čerpadla vakuová — konstrukce — použití — příručky)

D 37.803/568  
**Dairy waste management alternatives.** Raleigh (North Carolina), Agric. ext. service 1973. 25 s. 4 obr. Circular 568. (Výkaly hospodářských zvířat — dojnice — manipulace)

D 50.847/2216  
**Utgödslingsanordning, typ hydraulisk pressutgödsling.** Uppsala, Statens maskinprovningar 1974. 6 s. 3 obr. Meddelande 2216. (Odkliz chlévské mrvy — systémy hydraulické — tlakové — zkoušení — Švédsko — zprávy)

E 37.151  
**Kleines ABC TRAKTORENTECHNIK.** Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1974. 252 s. obr. (Traktory — příručky)

C 8.421/398  
**Compte rendu abrege et partial de la session de perfectionnement des 8, 9 et 10 Janvier 1974. sur le tracteur agricole.** Antony, Min. de l'agric. 1974. 84 s. obr. tab. Etude du CNEEMA 398. (Traktory — zemědělství — vývoj — sborníky / Traktory — zemědělství — použití — sborníky — Francie)

C 17.248/157  
MANFREDI, E.  
**Adarenza delle trattrici agricole.** Bologna, Istit. di meccanica agraria 1973. 16 s. tab. Estr. da Programma par la Meccanizzazione delle Aziende agricole, 1973. (Traktory — zemědělství — technické údaje — zkoušení — Itálie)

# POLOAUTOMATICKÝ PRÍSTROJ NA ZISŤOVANIE STRIŽNEJ SILY STEBIEL OBILNÍN A KRMOVÍN

J. Slavkovský

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

SLAVKOVSKÝ J. *Poloautomatický prístroj na zisťovanie strižnej sily stebiel obilnín a krmovín*. Zem. technika 22 (3-4) : 137-143, 1976.

Článok obsahuje konštrukčný popis poloautomatického prístroja na zisťovanie strižnej sily stebiel obilnín a krmovín, metodiku merania a vyhodnocovania medze pevnosti stebľa v strihu, ako aj zhodnotenie presnosti meracej metódy. Medzná chyba medze pevnosti stebľa v strihu, zistená opísaným prístrojom a metódou, činí 9,3 %.

sila; steblo; medza pevnosti v strihu; prístroj

---

Na katedre technickej mechaniky VŠP v Nitre bola v rokoch 1971 – 1975 riešená etapa úlohy štátneho plánu výskumných a vývojových prác č. P-11-329-053-01-03 „Agrofyzikálne vlastnosti kŕmnych obilnín“. V rámci riešenia tejto etapy boli skúmané aj elastické vlastnosti stebľa, a to: medza pevnosti stebľa v ťahu, ohybe a strihu, Youngov modul pružnosti, dynamický a stratový modul pružnosti stebľa.

K meraniu medze pevnosti stebľa v strihu sme vyvinuli jednoúčelový poloautomatický prístroj na zisťovanie sily potrebnej k prestrihnutiu stebľa. Keďže išlo o pôvodné riešenie, bolo nám udelené autorské osvedčenie vynálezu a prototyp prístroja bol tiež vystavovaný na Medzinárodnej výstave vynálezov a technických noviniek INVEX 74 v Brne.

## PRÍSTROJE PRE ZISŤOVANIE STRIŽNEJ SILY STEBLA

Doteraz známe prístroje na zisťovanie strižnej sily stebľa obilnín a krmovín sú založené na princípe rovnováhy síl na dvojramennej páke (Trucovská a. i., 1957). Na jednom konci dvojramennej páky je uchytený držiak stebľa s protiostrím a jej druhý koniec je pružinou spojený so stojanom prístroja. V osi otáčania dvojramennej páky je otočne uložená ďalšia jednoramenná páka, ktorá má na konci uchytený rezný nástroj (žiletku). Rezanie sa vykoná otáčaním jednoramennej páky ručnou klukou cez šnek, šnekové koleso, kluku a tiahlo. S narastaním sily v mieste rezu sa zároveň pootáča dvojramenná páka s protiostrím, pretože jej druhý koniec je pridržiavaný pružinou. Toto pootáčenie je úmerné sile a je cez čap

páky a pár ozubených kolies prenesené na ručičky stupnice. V okamžiku prerezania stebľa sa ručička pevne spojená prevodom vráti na nulu, ale druhá vlečená ručička ukáže na stupnici silu, pri ktorej nastalo prerezanie stebľa.

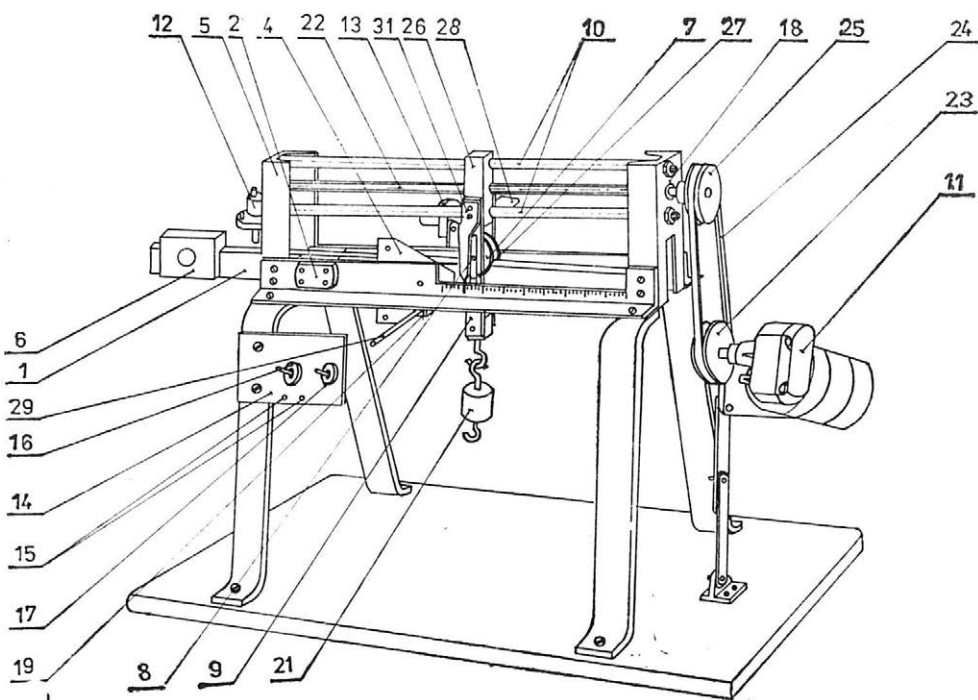
Nevýhodou týchto prístrojov je, že sa pružina časom unaví, mení sa jej charakteristika a prístroje potrebujú časté ciachovanie. Ďalší ich nedostatok je, že majú ručné zaťažovanie, ktoré je značne nerovnomerné, a tým nepriaznivo ovplyvňuje presnosť merania.

U novšieho prevedenia týchto prístrojov (Lekeš, 1964; Zeniščeva, Lekeš, 1963) je pružina nahradená protizávažím, čím sa odstránila potreba častého preciachovania, ale zostal nepriaznivý vplyv ručného zaťažovania na presnosť merania.

Na niektorých popredných pracoviskách v ČSSR sa používa prístroj INSTRON, ktorý sa vyznačuje modernou koncepciou a značnou univerzálnosťou. Jeho širšie uplatnenie je však limitované ekonomickými otázkami.

### PRÍSTROJ VYVINUTÝ NA KTM VŠP V NITRE

Podstata nášho prístroja spočíva v tom, že rovnomerné statické narastanie zaťažujúcej sily pri strihaní stebľa sa realizuje horizontálnym valením kladky s výmenným závažím na výkyvnom ramene konštantnou rýchlosťou, pričom na výkyvnom ramene je uchytený rezný nástroj;



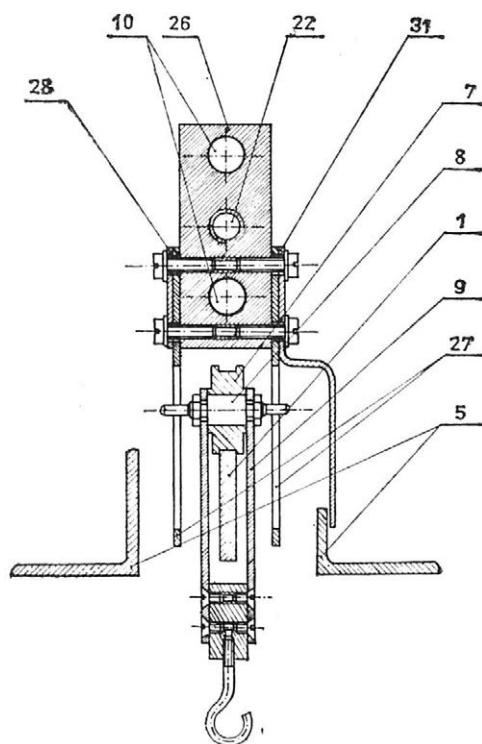
1. Axonometrický pohľad na prístroj pre zisťovanie strižnej sily



protiostrie je uchytené na ráme prístroja a v okamžiku prestrihnutia stebľa nastane okamžité automatické zastavenie valenia kladky tým, že je výkyvným ramenom vypnutý hnací elektromotor a zároveň je zabrzdený jeho rotor.

Prístroj zaručuje rovnaké statické zaťažovanie až do prestrihnutia stebľa u každého rezu, čím sa meranie stáva podstatne presnejšie. Navyše proces merania je až na odčítanie strižnej sily automatizovaný.

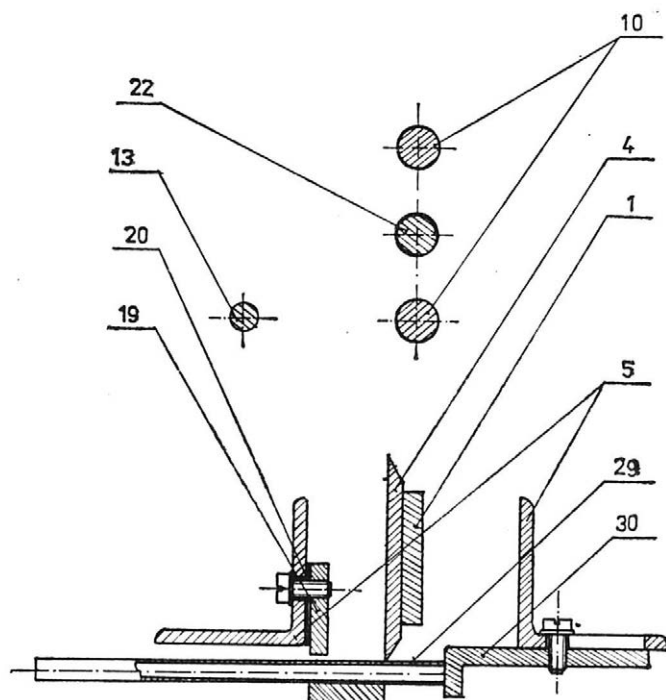
Prevedenie tohoto prístroja je zrejmé z pripojených obrázkov; na obr. 1 je axonometrický pohľad na prístroj, na obr. 2 je prierez kladkou s výmenným závažím, hnacou maticou a výkyvným ramenom a na obr. 3 je prierez rezným nástrojom, protiostrím a stebľom.



2. Prierez kladkou s výmenným závažím, hnacou maticou a výkyvným ramenom

Funkcia prístroja je nasledovná. Najprv sa výkyvné rameno 1 s rezným nástrojom 4 staticky vyváži posúvaním protizávažia 6 a vo vyváženej polohe sa protizávažie 6 zaistí proti posunutiu. Potom sa prepne reverzný prepínač 17 vľavo a zapne sa hlavný spínač 16, čím sa zároveň odbrzdí a roztočí rotor elektromotora 11. Rotačný pohyb od elektromotora 11 sa prenesie cez remenicu elektromotora 23, klinový remeň 24, remenicu pohybovej skrutky 25 na pohybovú skrutku 22 a spôsobí posuv matice pohybovej skrutky 26 vo vodiacich tyčkách matice 10 vľavo, t. j. k reznému nástroju 4. Spolu s maticou pohybovej skrutky 26 sa posúvajú aj vodička 27 a ovládač koncového vypínača 28, pretože sú s ňou pevne spojené. Vodička 27 zároveň posúvajú čap kladky 8, čo spôsobí valenie kladky 7 s držiakom výmenného závažia 9 po výkyvnom ramene 1. Keď sa matica pohybovej skrutky 26 priblíži k reznému nástroju 4, ovládač koncového vypínača 28 zatlačí na koncový vypínač 13 a tým sa vypne a zároveň zabrzdí rotor elektromotora 11.

Potom sa do otvoru v protiostrí 19 zasunie steblo 29 až po predstaviteľný doraz 30. Na držiak výmenného závažia 9 zavesíme závažie 21, prepne reverzný prepínač 17 vpravo a zapneme hlavný spínač 16. Rotor elektromotora 11 sa tým zároveň odbrzdí a roztočí, ale zmysel rotácie bude opačný, a preto sa matica pohybovej skrutky 26 bude posúvať vpravo, t. j. od rezného nástroja 4 k elektromotoru 11. Taký istý bude aj smer horizontálneho valenia kladky 7 s držiakom výmenného závažia 9 a závažím 21, čo vyvolá statické (lineárne) narastanie momentu tia-



3. Prierez rezným nástrojom, protiostrím a stebľom

žovej sily kladky 7 s držiakom výmenného závažia 9 a závažím 21 k čapu 2 výkyvného ramena 1. Tým bude staticky narastať aj strižná sila na stebľe 29 medzi rezným nástrojom 4 a protiostrím 19. V okamžiku, keď je steblo prestrihnuté, výkyvné rameno 1 sa s čapom v ložiskách 2 potočí, výkyvné rameno 1 zatlačí koncový vypínač 12, čím sa zároveň vypne a zabrzdí rotor elektromotora 11. Ručička 31, pevne spojená s maticou pohybovej skrutky 26, nám na stupnici, ktorá je vynesená na ráme prístroja 5, priamo ukáže silu, pri ktorej nastalo prestrihnutie stebľa 29.

Prepnutím reverzeného prepínača 17 sa kladka 7 opäť presunie do východiskovej polohy, t. j. k reznému nástroju 4.

Stupnica prístroja je ciachovaná na základe rovnováhy momentov tiažovej sily závažia s kladkou a strižnej sily k otočnému bodu ramena:

$$F = \frac{Q \cdot x}{a} \quad (1)$$

kde:  $F$  – strižná sila  
 $Q$  – tiažová sila závažia s kladkou  
 $a$  – rameno pôsobenia strižnej sily  
 $x$  – premenlivé rameno pôsobenia tiažovej sily závažia s kladkou

Z rovnice (1) vyplýva, že stupnica pre odčítanie strižnej sily je lineárna.

## METODIKA MERANIA A JEJ PRESNOSŤ

Vlastné meranie sa robilo tak, že obilné stebľa boli strihané v jednotlivých internódiách v rozstupe 3 cm a na prístroji bola zistená sila potrebná na prestrihnutie. Prierez vzorky sa pri dvadsaťnásobnom zväč-

šení obkresľoval na matnici profilprojektora Somet. Planimetrovaním sa zistil obsah zväčšeného prierezu stebľa S'.

Plošný obsah prierezu stebľa S sa potom vypočítal zo vzťahu:

$$S = \frac{S'}{k^2} \quad (2)$$

kde:  $k$  — zväčšenie objektívu profilprojektora

Nakoniec bola vypočítaná medza pevnosti stebľa v strihu podľa známeho vzťahu:

$$\tau_P = \frac{F}{S}$$

Zistené hodnoty medze pevnosti v strihu boli ďalej štatisticky spracované (Plochinskij, 1968) v týchto charakteristikách: aritmetický priemer, súčet štvorcov odchýlok, smerodajná odchýlka, variačný koeficient.

Cez experimentálne namerané hodnoty medze pevnosti stebľa v strihu v závislosti od internódia boli metódou minimálnych štvorcov preložené exaktné krivky, a to priamka, parabola, exponenciála a kubická parabola. Najlepšia tesnosť korelácie bola dosiahnutá u kubickej paraboly.

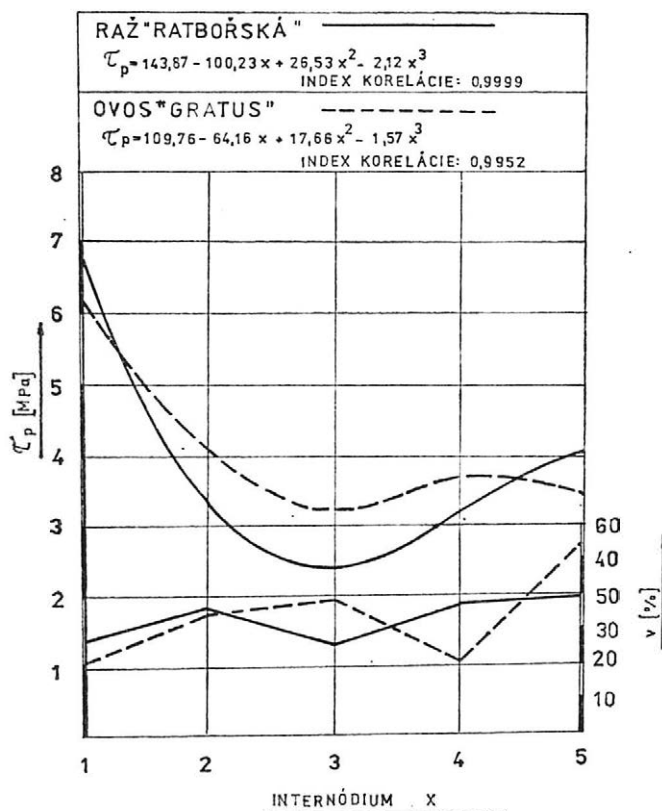
Ako príklad uvádzame výsledky merania pri zberovej vlhkosti z roku 1973 pre raž „Ratbořská“ a ovos „Gratus“, ktoré sú uvedené v tab. I, resp. na obr. 4, kde spojité čiary predstavujú závislosť medze pevnosti stebľa v strihu na internódiu a lomené čiary v spodnej časti obrázku znázorňujú ako sa mení variačný koeficient.

I. Výsledky merania pri zberovej vlhkosti z roku 1973

| Internódium | Raž 'Ratbořská'                |                      |         | Ovos 'Gratus'                  |                      |         |
|-------------|--------------------------------|----------------------|---------|--------------------------------|----------------------|---------|
|             | $\tau_p$ (MPa)                 |                      | $v$ (%) | $\tau_p$ (MPa)                 |                      | $v$ (%) |
|             | experimen-<br>tálne<br>hodnoty | vyrovnané<br>hodnoty |         | experimen-<br>tálne<br>hodnoty | vyrovnané<br>hodnoty |         |
| 1           | 6,80                           | 6,80                 | 27,1    | 6,14                           | 6,16                 | 22,3    |
| 2           | 3,28                           | 3,25                 | 36,3    | 4,06                           | 3,94                 | 34,7    |
| 3           | 2,43                           | 2,46                 | 26,5    | 3,20                           | 3,36                 | 38,1    |
| 4           | 3,18                           | 3,15                 | 37,2    | 3,60                           | 3,48                 | 21,9    |
| 5           | 4,05                           | 4,05                 | 38,7    | 3,33                           | 3,35                 | 54,9    |

Najväčšiu medzu pevnosti v strihu majú stebľa v prvom internódiu pod klasom. V ostatných internódiách sú to hodnoty menšie a porovnateľné. Túto skutočnosť možno vysvetliť nedostatočným osvetlením spodnej časti stebľa (Špaldon, 1963), v dôsledku čoho sú bunky pletív

4. Závislosť medze pevnosti v strihu od internódia a zmeny variačného koeficientu



zoslabené, majú pretiahly tvar a navonok sa to prejaví zníženou schopnosťou odolávať mechanickému namáhaniu. Variačný koeficient sa pohybuje okolo 30 %, čo svedčí o vysokej variabilite výsledkov meraní.

Príčinou tejto variability výsledkov môže byť buď variabilita vlastností skúmaného materiálu, alebo presnosť meracej metódy. Preto sme vyhodnotili presnosť meracej metódy uplatnením štatistických zákonitostí, ktoré zohľadňujú teóriu pravdepodobnosti (H o r á k, 1958).

Obecný postup pri určovaní medznej chyby meranej veličiny bol nasledovný: Vypočítal sa aritmetický priemer, rozptyl, stredná chyba a medzná chyba i-tého merania.

Takýmto postupom z päťdesiatich meraní bola stanovená medzná chyba merania medze pevnosti stebľa v strihu na prístroji vyvinutom na našej katedre. Jej hodnota je  $\sigma_p = \pm 0,0353$  MPa t. j. asi 9,3 %. Táto presnosť merania je vyhovujúca, a preto je možné jednoznačne tvrdiť, že variabilita výsledkov meraní je spôsobená variabilitou vlastností skúmaného materiálu.

## ZÁVER

Znalosť elastických vlastností stebiel poľnohospodárskych plodín je dôležitá pre šľachtiteľov rastlín. Posledné pokusy zvyšovať hektárové výnosy obilnín totiž ukázali, že odolnosť obilnín proti poľahnutiu ohrani-

čuje ich úrodnosť. Taktiež využitie mechanizačných prostriedkov pri zbere nepolajnutého porastu je racionálnejšie, výkonnosť vyššia a straty sú menšie.

Šlachtitelským staniciam možno preto odporúčať vyššie popísaný prístroj vyvinutý na KTM VŠP v Nitre, pre meranie strižnej sily stebiel obilnín, resp. aj metódu merania medze pevnosti stebiel v strihu. Prístroj má požadovanú presnosť, je jednoduchý, výrobne nenáročný a jeho poloautomatické prevedenie je predpokladom vysokej produktivity bádateľskej práce.

## Literatúra

HORÁK, Z.: Praktická fyzika. Stát. nakl. tech. lit., Praha 1958.

LEKEŠ, J.: Prístroje používané ve VÚO ke zjišťování odolnosti odrůd ječmene k poléhání. In: Vědecké práce Výzkumného ústavu obilnářského, Kroměříž 1964.

PLOCHINSKIĀ: Příručka matematickej štatistiky. ALFA, Bratislava 1968.

ŠPALDOŇ, E. a i.: Rastlinná výroba I. SVPL, Bratislava 1963.

TRUCOVSKAJA, E. S. — KOROBOČKIN, I. V. — ŠUMOVIC, B. M.: Pribor dlja opredelenija mehaničeskich svojstv steblja. Selekcija i semenovodstvo, 1957.

Záverečná správa výskumnej úlohy P-11-329-053-01-03, Nitra 1975.

ZENIŠEVA, L. S. — LEKEŠ, J.: Pribor dlja opredelenija stojkosti rastenij pri kornovomu poleganiju. Selekcija i semenovodstvo, 1963.

Došlo dňa 10. 12. 1975

СЛАВКОВСКИЙ Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Полуавтоматический прибор для определения силы среза у стеблей зерновых и кормовых культур. Зем. техника 22 (3-4) : 137-143, 1976.

В статье содержится описание конструкции полуавтоматического прибора для определения силы среза у стеблей зерновых и кормовых культур, методика измерения и оценки предела прочности стебля в месте среза, а также оценка точности измерительного метода. Предельная ошибка предела прочности стебля в срезе, установленная при помощи описанного метода и прибора, составляет 9,3 %.

сила; стебель; предел прочности в месте среза; прибор

SLAVKOVSKÝ J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Semi-Automatic Apparatus for Finding out the Shearing Force of the Stalks of Cereals and Fodder Crops*. Zem. technika 22 (3-4) : 137-143, 1976.

The paper contains a description of the construction of a semi-automatic apparatus for finding out the shearing force of the stalks of cereals and fodder crops, the methods of measuring and evaluating the limits of the shearing strength of the stalks, as well as of evaluating the accuracy of the measuring method. The limit error in the limit shearing strength of the stalk, found out by the use of the described apparatus and method, is 9.3 %.

force; stalk; limits of shearing strength; apparatus

SLAVKOVSKÝ J. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Halb-automatisches Gerät zur Ermittlung der Scherkraft von Getreide- und Futterhalmen*. Zem. technika 22 (3-4) : 137-143, 1976.

Der Aufsatz enthält die Beschreibung der Konstruktion eines halbautomatischen Gerätes für die Ermittlung der Scherkraft von Getreide- und Grünfütterhalmen, Methodik der Messung und Auswertung der Scherfestigkeit des Halmes, sowie die Bewertung der Exaktheit der Messmethode. Der Grenzfehler der Halmscherfestigkeit, der mit dem beschriebenen Gerät und Methode gewonnen wurde, beträgt 9,3 %.

Kraft; Halm; Grenze der Scherfestigkeit; Gerät

---

Adresa autora:

Ing. Ján Slavkovský, CSC., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

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

Uvedené publikace je možné 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.

PUTINCEVA, M. A. E 32.262/858  
**Organizacija tehničeskogo obsluživanja i remonta traktorov i sel'sko-chozjaistvennyh mašin.** Moskva, MSCh — SSSR — VINTISCh 1975. 88 s. 8 obr. 17 tab. Obroz literatury 858. (Zemědělské stroje a traktory — opravy — organizace — studijní zprávy / Zemědělské stroje a traktory — technická obsluha — organizace — studijní zprávy — SSSR)

DRECHSEL-BURKHARD, E. D 62.640/2  
**Körpergerechte Ausformung von Sitzen. Für Traktoren und selbstfahrende Landmaschinen.** Wieselburg, Bundesversuchsanstalt f. landw. Maschinen 1973. 32 s. 13 obr. 5 tab. Forschungsberichte Hf. 2. (Traktorové sedačky — úprava — výzkum — Rakousko / Zemědělské stroje — samohybné — sedačky — úprava — výzkum — Rakousko)

STUDER, R. — ÜNALA, N. C 19.978/80  
**Die Prüfung von Sicherheitsrahmen auf Transporten.** Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt f. Betriebswirtschaft u. Landtechnik 1974. 10 s. Sn dr. aus FAT — Mitteilungen Nr. 10/74, in der Schweizer Landtechnik 10-74. (Traktory kolové — ochranné rámy — zkoušení — Švýcarsko — zprávy)

E. Pisár, J. Semetko, A. Žikla

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

PISÁR E., SEMETKO J., ŽIKLA A. *Požiadavky na agregáciu náradia s traktorom*. Zem. technika 22 (3-4) : 145-155, 1976.

Technicko-exploatačné vlastnosti traktorov je potrebné vhodne zlepšovať pôsobením náradia, s ktorým sú agregátované pri zachovaní technických i agrotechnických požiadaviek. Len tak budú v budúcnosti výkonné traktory schopné konkurovať špeciálnym samohybným strojom. Riešením agregácie ako celku sa vymedzili hranice doťaženia (odľahčenia) náprav traktora, nepriaznivého pôsobenia bočných síl, vymedzili sa požiadavky na automatickú reguláciu hĺbky spracovania pôdy.

technicko-exploatačné vlastnosti traktora; parametre náradia; uchytenie náradia; riaditeľnosť traktora; bočné sily; regulácia hĺbky spracovania pôdy; elektrohydraulické prvky

---

Už pri konštrukcii moderných traktorov sa počíta s vhodnou zmenou ich technicko-exploatačných vlastností, vyvolanou pôsobením samotného náradia, s ktorým traktor pracuje. Vhodnosť týchto zmien závisí predovšetkým od vhodnej konštrukcie poľnohospodárskeho náradia pre daný typ traktora, ako aj od vhodného spôsobu spojenia náradia s traktorom — agregácie, prípadne od regulácie zmien polohy, resp. odporu náradia voči traktoru či podložke. Zásadne by technicko-exploatačné vlastnosti traktora v agregácii s bežným poľnohospodárskym náradím nemali byť horšie ako u samotného traktora pri dodržaní agrotechnických požiadaviek na vykonávanú prácu.

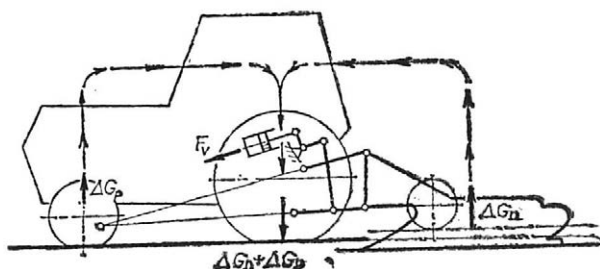
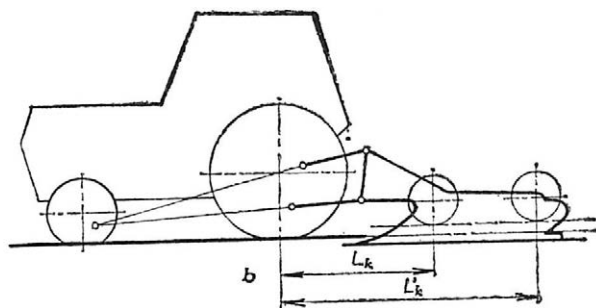
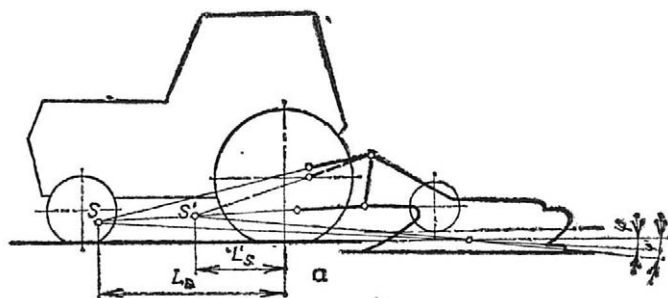
## POŽIADAVKY NA NÁRADIE A JEHO UCHYTENIE

Z hľadiska technicko-exploatačných vlastností traktora požadujeme od náradia najmä vhodné doťaženie hnacích kolies (maximálne po únosnosť pneumatík  $Q$ ) a dobrú riaditeľnosť traktora (maximálne po limitné zaťaženie riadiacich kolies 0,2 G). Napriek rôznym možným uchyteniam náradia v najrozšírenejšom trojbodovom závese traktora môžeme doťažovanie jeho hnacích kolies dosiahnuť najmä:

- a) vhodnou voľbou polohy okamžitého stredného otáčania (obr. 1a);
- b) vhodnou voľbou polohy oporných kolies (obr. 1b);
- c) nadvíhavaním (nadľahčovaním) náradia traktorom (obr. 1c).



1. Základné spôsoby regulácie doťaženia kolies traktora pri práci s pluhom



Využitelnosť týchto spôsobov pri rôznych uchyteniach náradia k traktoru vyplýva aj zo silového riešenia agregácie traktora. Pri práci s neseným náradím (z riešenia podľa obr. 2) doťaženie zadnej, resp. odľahčenie prednej nápravy je:

$$2Q - G \frac{b + r_B \cdot f}{L} \geq \Delta Y_B = R_x \cdot \operatorname{tg} \vartheta \frac{L_R + L}{L} + G_n \frac{a_n + L}{L} \quad (1)$$

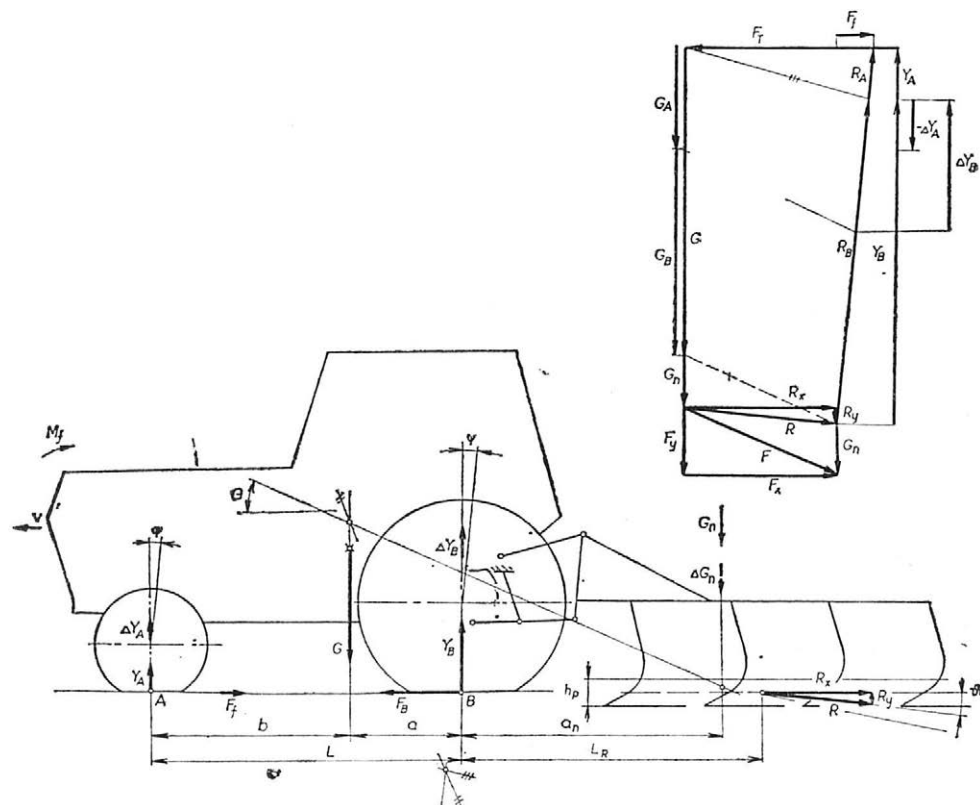
$$G \left( \frac{a - r_B \cdot f}{L} - 0,2 \right) \geq \Delta Y_A = R_x \cdot \operatorname{tg} \vartheta \cdot \frac{L_R}{L} + G_n \frac{a_n}{L} \quad (2)$$

Pričom prácu agregátu uvažujeme v oblasti najlepšej ťahovej účinnosti:

$$R_x = G \left( \frac{b + r_B \cdot f}{L} \cdot \mu_o - f \right) \quad (3)$$

Nadľahčujúcu silu vyvolanú hydraulickým závesným zariadením traktora uvažujeme:

$$\Delta G_n = \frac{p_o \cdot f_p \cdot \eta_h}{i_s} \quad (4)$$



## 2. Silové riešenie agregácie traktora s neseným pluhom

Z týchto závislostí potom môžeme určiť tak vhodnú polohu ťažiska i tiaž náradia, ako aj tlak v hydraulickom okruhu a jeho parametre.

Pri práci s poloneseným náradím (obr. 3) môžeme obdobne vyjadriť dotiahnutie zadnej, resp. odľahčenie prednej nápravy traktora:

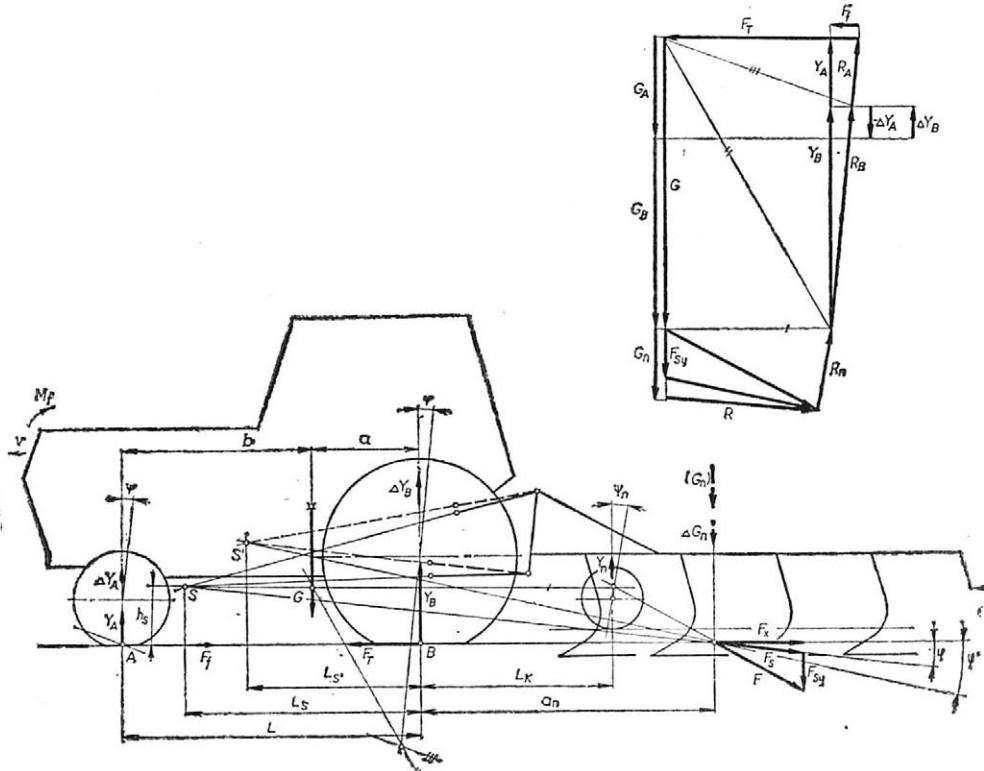
$$\Delta Y_B = \frac{a_n + L}{L} F_x \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{(L - L_S)(L_K - a_n)}{L(L_S + L_K)} F_{Sy} \quad (5)$$

$$\Delta Y_A = \frac{a_n}{L} F_x \cdot \operatorname{tg} \varphi + \frac{L_S(a_n - L_K)}{L(L_S + L_K)} F_{Sy} \quad (6)$$

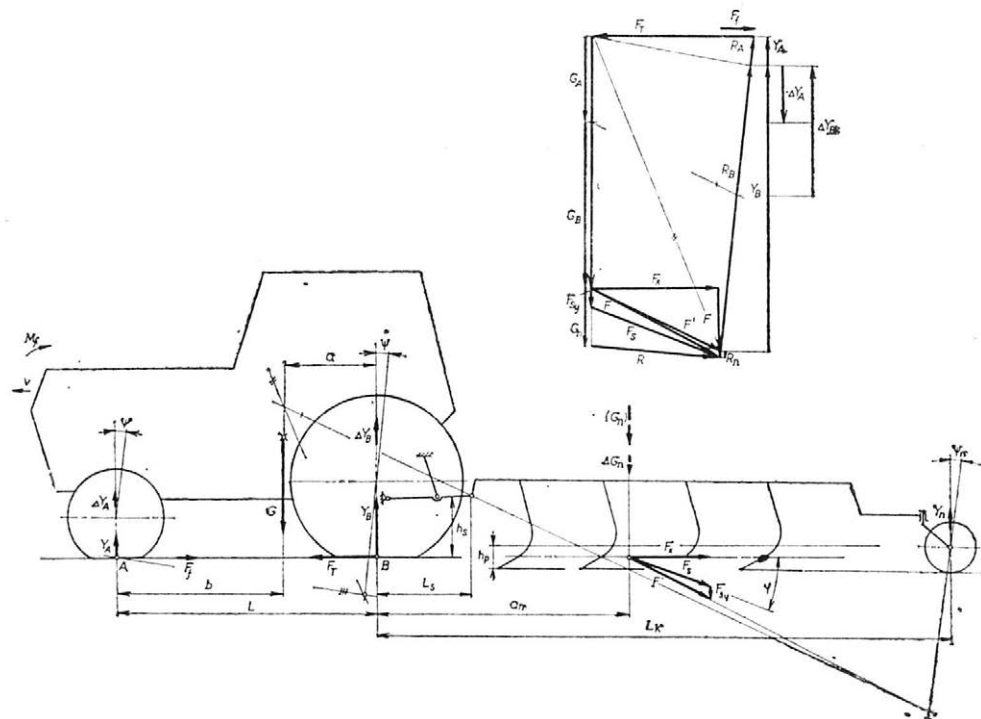
Z týchto závislostí môžeme vyjadriť vhodnú polohu ťažiska náradia, okamžitého stredy otáčania \$S\$ daného parametrami \$L\_S\$ a \$\varphi\$, polohy oporného kolesa \$L\_K\$ i tlaku v hydraulickom okruhu \$p\_o\$.

Obdobne aj pri agregácii s návesným náradím (obr. 4) môžeme dotiahnutie zadnej nápravy, resp. odľahčenie prednej nápravy, vyjadriť:

$$\Delta Y_B = \frac{a_n + L}{L} F_x \operatorname{tg} \varphi + \frac{(L_S + L)(L_K - a_n)}{(L_K - L_S)L} F_{Sy} \quad (7)$$



3. Silové riešenie agregácie traktora s poloneseným pluhom

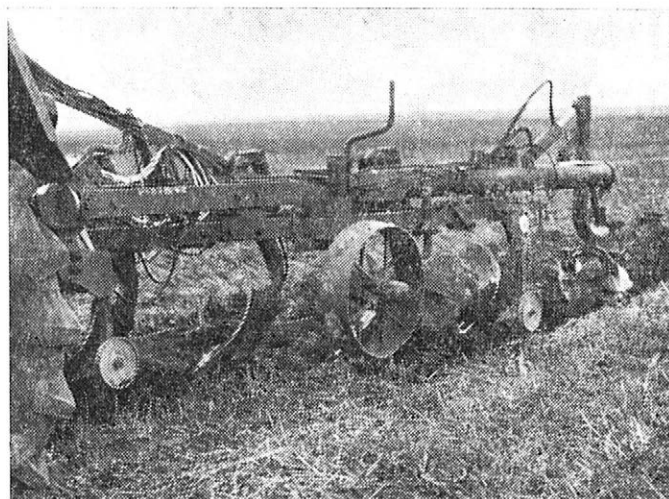


4. Silové riešenie agregácie traktora s návesným pluhom

$$\Delta Y_B = \frac{a_n}{L} F_x \operatorname{tg} \varphi + \frac{L_S (L_K - a_n)}{L (L_K - L_S)} F_{Sy} \quad (8)$$

Z uvedených závislostí môžeme určiť aj vhodnú polohu náradia a oporného kolesa, tlak v hydraulickom okruhu a okamžitý stred otáčania.

Experimenty s agregáciou traktora Z-8011 s pluhom 4-PX-30 (obr. 5) potvrdili správnosť teoretických rozborov. Doťaženie (odľahčenie) náprav u agregácie s návesným pluhom sú najbližšie hodnotám ako u neseného pluhu (viď graf. riešenie obr. 2, 3, 4). Vypočítané doťaženie zadnej nápravy potvrdili aj experimentálne priebehy preklzov pri

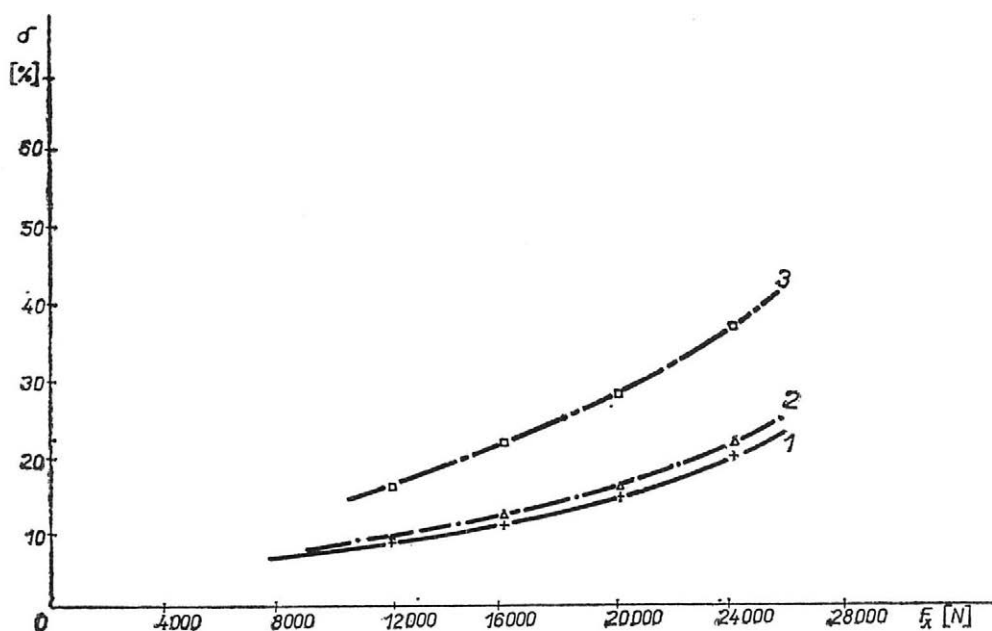


5. Experimentálne skúšky traktora Z-8011 s pluhom 4-PX-30

agregácii s rôznym uchytením náradia (obr. 6). Pri terénnych meraniach pre problematiky tu uvádzané zisťovali sme kontinuálne priebehy veličín. Preklz hnacích kolies sme vyjadrovali z teoretických rýchlostí ľavého a pravého hnacieho kolesa traktora a zo skutočnej rýchlosti piateho (pomocného) kolesa. Uvedené kolesá cez prevod do rýchla boli spojené s vysielateľom impulzov. Z impulzov z kolies sme elektronickou deličkou po ich premene na analógovú formu prevodníkom kmitočet — napätie získavali priebeh preklzov.

Sily v ťahadlách trojbodového závesu sme zisťovali trojbodovým dynamometrom, silové pôsobenie náradia na traktor a sily pôsobiace na prednú nápravu upravenými priestorovými tenzometrickými T-snímačmi. Sily a momenty na plazových doskách orebných telies, sily na oporných kolesách pluhov sme merali špeciálne vyrobenými tenzometrickými snímačmi. Na báze odporových tenzometrov boli vytvorené aj ostatné snímače na meranie: uhla natočenia riadiacich kolies traktora, momentu na volante traktora, uhla natočenia ramien trojbodového závesu, hĺbky orby, tlaku oleja a napätia v pôde. Spotreba paliva bola meraná kontinuálnym prietokomerom fy Kupperts.

Merané veličiny boli zaznamenávané na 14-kanálový merací magnetofón a spracovávané automatizovanou linkou väčšinou ako časový alebo vzájomný priebeh veličín formou grafických záznamov, číselných údajov, resp. diernej pásky.



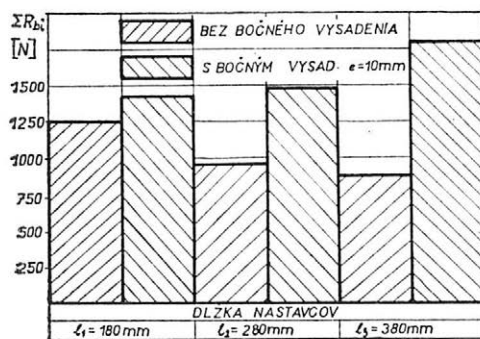
6. Experimentálne zistené priebehy preklzov v závislosti od sily v smere jazdy traktora: 1 — pre nesený pluh, 2 — pre návesný pluh, 3 — pre polonesený pluh

## VPLYV BOČNÝCH SÍL NA RIADITEĽNOSŤ TRAKTORA

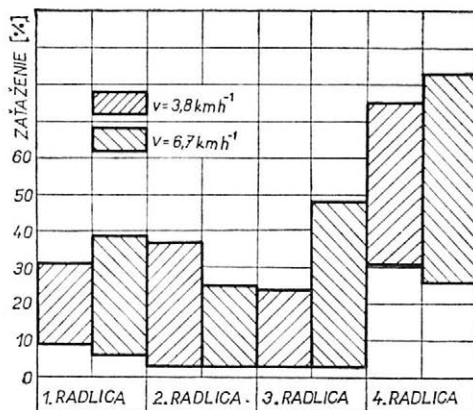
Z hľadiska riaditeľnosti kolesového traktora je žiadúce, aby bočné silové účinky pôsobiace od náradia na traktor boli obmedzené na minimum. Na základe dosiahnutých výsledkov v rámci terénnych meraní agregácie traktora Z-8011 s pluhom 4-PX-30 sa ukázalo, že pri agregácii kolesového traktora s pluhom je možné hodnotu bočných silových účinkov pôsobiacich na traktor znižovať vhodnou konštrukčnou úpravou plazových dosiek pluhu.

Z výsledkov terénnych meraní vyplýva, že plazové dosky pluhu v každom prípade zachytávajú určité hodnoty bočnej zložky výsledného pracovného odporu náradia, pričom časť bočných síl sa prenáša na traktor. Ako ďalej vyplýva z grafického znázornenia (obr. 7), dĺžka plazových dosiek nemá podstatný vplyv na veľkosť zachytávaných bočných reakcií. Podstatne odlišné výsledky boli dosiahnuté pri predlžovaní plazových dosiek za použitia plazových nástavcov s bočným vysadením. Z obr. 7 je zrejmé, že v prípade bočného vysadenia plazových nástavcov sa hodnoty bočných reakcií pôsobiacich na plazové dosky zvyšujú s postupným predlžovaním plazových dosiek. So zvyšovaním pojazbovej rýchlosti sa hodnoty bočných reakcií zvyšujú, a to zvlášť u tretej a štvrtej radlice.

Z grafického znázornenia (obr. 8) vyplýva, že podstatná časť hodnoty bočných reakcií je zachytávaná prostredníctvom plazovej dosky štvrtej radlice, a to v rozsahu 30–70 % pri pojazbovej rýchlosti  $3,8 \text{ km h}^{-1}$  a v rozsahu 25–80 % pri rýchlosti  $6,7 \text{ km h}^{-1}$ . U ostatných radlíc možno hodnoty bočných reakcií považovať takmer za vyrovnané. Je možné teda predpokladať, že u viacradličných pluhov (5 až 8 radlíc) bude hodnota bočných reakcií zachytávaných poslednou radlicou ešte vyššia než bolo experimentálne zistené u štvorradličného pluhu 4-PX-30.



7. Priebeh vplyvu dĺžky plazových dosiek na zachytávanie bočných síl



8. Priebeh zachytávania bočných síl plazmi orbových telies

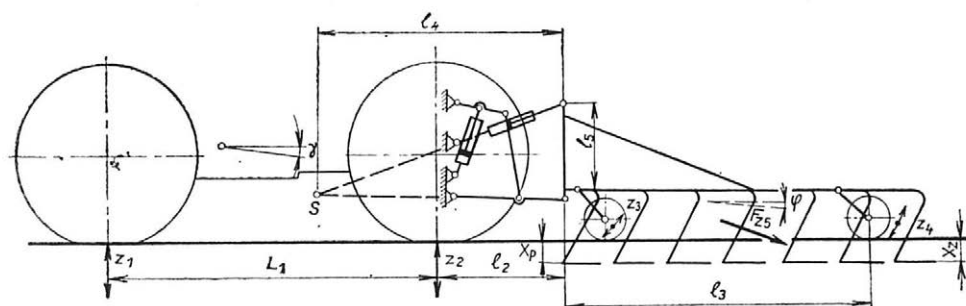
Znižovanie bočných silových účinkov pôsobiacich od náradia na traktor je zvlášť aktuálne pri agregácii kolesového traktora s poloneseným a neseným pluhom, nakoľko v tomto prípade je nutné uvažovať s pomerne značnou hodnotou odľahčenia prednej nápravy traktora a v dôsledku toho i so zhoršenou riaditeľnosťou celého agregátu.

Z toho vyplýva, že pri silových riešeniach traktorových agregátov je žiadúce v plnom rozsahu zohľadňovať vplyv bočných silových účinkov na riaditeľnosť traktora, nakoľko sa ukázalo, že posudzovať riaditeľnosť len na základe hodnoty zvislého zaťaženia prednej nápravy traktora nie je plne postačujúce, zvlášť v ťažkých terénnych podmienkach.

## AUTOMATICKÁ REGULÁCIA PRACOVNEJ POLOHY

U viacradličných nesených pluhov sa bude zmena hĺbky spracovania pôdy u posledných orbových telies pri konštantnej polohe okamžitého stredu otáčania  $S$  a predných orbových telies meniť podľa nasledujúceho vzťahu (obr. 9):

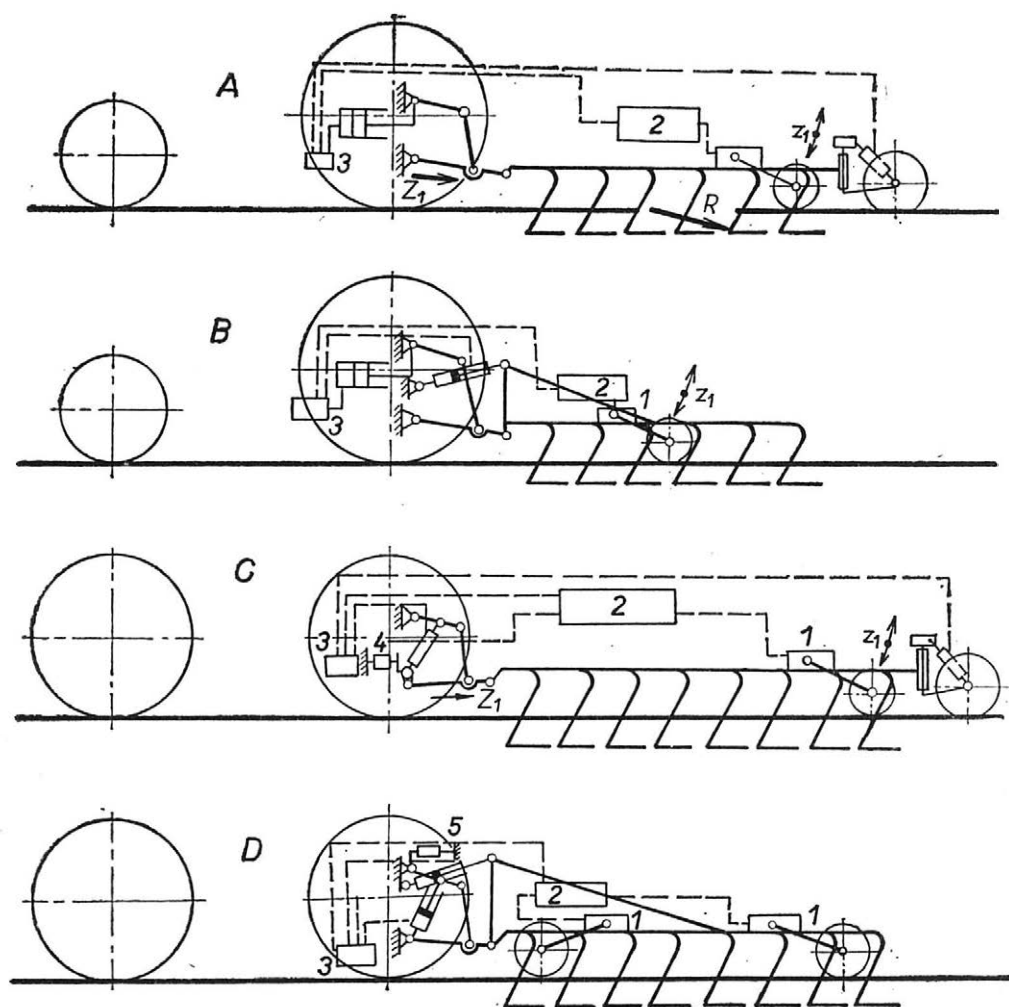
$$x_z = z_1 \frac{l_3}{L_1} \left( 1 - \frac{l_2}{l_4} \right) \quad (9)$$



9. Schéma poruchových veličín pre reguláciu hĺbky spracovania pôdy

Z uvedeného vidíme, že regulačné výchylky so zväčšovaním rozvoru  $L_1$  klesajú a s dĺžkou  $l_3$  stúpajú. Taktiež vzrastaním vzdialenosti  $l_4$  výchylky u zadných orbových telies stúpajú.

U viacradličných pluhov pôsobí tento aspekt veľmi nepriaznivo na dodržiavanie rovnomernosti hĺbkového spracovania pôdy.



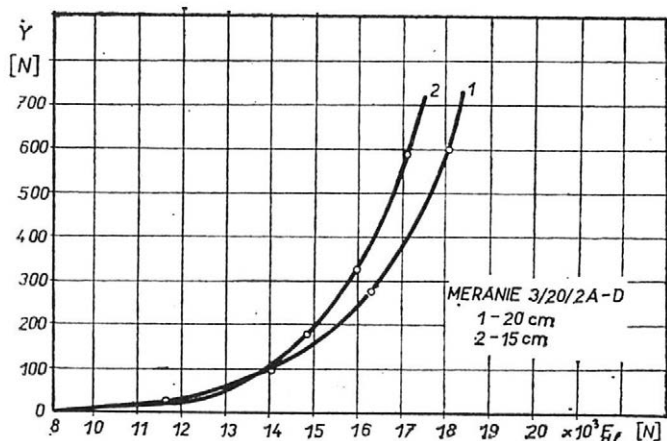
10. Spôsoby riešenia regulácie hĺbkového spracovania pôdy u výkonných energetických prostriedkov

Na obr. 10 je vypracovaný návrh spôsobu regulácie s aplikáciou na hĺbkové spracovanie pôdy. U traktorov s pohonom na zadné kolesá ide o sledovanie — snímanie zmeny veličín sily v ľavom ťahadle a polohy zadných orbových telies. U nesených pluhov pôjde o zabezpečenie rovnomerného spracovania hĺbkového spracovania pôdy cestou trojbodového závesu (hydraulického valca) a snímača umiestneného v strede náradia. U traktorov so štvorkolesovým pohonom je potrebné zabezpečiť reguláciu zadnej a prednej časti pluhu, t.j. cestou sledovania dvoch regulačných veličín.



Pre traktory s pohonom zadných kolies (výkonovej triedy 30 a 60 kW) sme pri hľadani vhodných regulačných impulzov na zvolenom modeli experimentálne zistili:

1. Impulzné sily v ťahadlách v závislosti od merania odporu pôdy  $R$  a reakcií  $Y$  pôsobiacich na posledné orbové telesá (obr. 11). Sila v ľavom spodnom ťahadle  $F_{dl}$  dosahovala najmenší rozptyl, a to od 145–1030 N, u horného od 86–2710 N a pravého od 195–1960 N v závislosti od zmeny odporu pôdy. Najvhodnejší spôsob prenášania impulzných síl môžeme dosiahnuť ľavým spodným ťahadlom, kde proces regulácie bude v najmenšej miere závislý od vplyvu zmien, smeru pracovného odporu a sklonu agregátu



11. Závislosť impulznej sily od reakcie na orbové telesá

2. Zvislé reakcie orbových telies neovplyvňujú regulačný proces počas práce agregátu, ale ovplyvňujú ho iba pri zahlbovaní orbových telies.

Z hľadiska širšieho teoretického rozboru problematiky a výsledkov meraní, ktoré boli uskutočnené s mechanickým regulačným systémom, môžeme konštatovať, že požiadavky kladené na reguláciu hĺbkového spracovania pôdy môžeme splniť s elektrohydraulickými regulačnými prvkami.

## ZÁVER

Zmeny technicko-exploatačných vlastností traktora s náradím je potrebné vhodne usmerňovať, a to najmä voľbou vhodných parametrov náradia, spôsobu jeho pripojenia k traktoru ako i vplyvom hydraulického závesného zariadenia. Závislosti medzi doťažovaním a odľahčením náprav traktora od základných parametrov agregátu potvrdili aj experimenty. Z týchto pohľadov je potrebné riešiť agregáciu ako celok najmä u vysoko-výkonných traktorov. Závesné zariadenie traktora a náradia musí vyhovovať norme a zároveň nesmie chýbať ani technicko-exploatačná zladenosť. U väčších agregátov je potrebné eliminovať i bočné sily a pri silových riešeníach v rovine zohľadniť aj priečne klopny moment. Pri agregáciách vysokovýkonných traktorov s viacradličnými pluhmi je potrebné zabezpečiť agrotechnické požiadavky progresívnou reguláciou hĺbky spracovania pôdy. Navrhujeme kopírujúcu reguláciu ako základnú, vhodne dopĺňovanú reguláciou na konštantnú silu, prípadne reguláciou polohovou na základe našich skúseností zo skúšok s modelmi regulačných systémov s elektrohydraulickými prvkami.

## Literatúra

- GREČENKO, A.: Efektivnost vytižení kolového traktoru v různých agregacích s pluhem. Zem. technika, 11, 1965, č. 10, s. 559-584.
- KONOVALOV, V. F. — STRELKOV, B. A.: Issledovanie vzaimosvjazi sčeplenija, skolženija i upravljajemosti kolesnogo traktora. Mechanizacija i elektrifikacija sel'skogo chozjajstva, 1970, č. 8, s. 56-61.
- PRICKER, P. J.: Regulirovanije silovogo vozdejstvija navesnych orudij na traktor. Traktory i sel'chozmašiny, 1969, č. 6, s. 16-23.
- SEMETKO, J.: Teória traktorov. Edičné stredisko VŠP, Nitra 1972.
- SEMETKO, J.: K možnostiam regulácie silového pôsobenia neseného a návesného náradia na traktor. Acta technologica agriculturae, XIII. PRÍRODA, 1975, s. 33-50.
- SVATOŠ, J. — KARÁSEK, J.: Ovladatelnost traktorů při vyosené tahové síle. Zem. technika, 1969 č. 6, s. 297-304.
- TAYLOR, P. A. — BIRTWISTLE, R.: Wheatland disc plough investigation. Part I. Forces generated by towed wheels. J. agr. Engng. Res., 1969, č. 8, s. 162-172.
- TAYLOR, P. A. — BIRTWISTLE, R.: Experimental studies of force systems on steered agricultural tyres. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Automobile Division Part 2a, 1967, č. 4 s. 133-146.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ПИСАР Э., СЕМЕТКО Й., ЖИКЛА А. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Требования к агрегированию орудия с трактором. Zem. technika 22 (3-4) : 145-155, 1976.

Техническо-эксплуатационные свойства тракторов необходимо улучшать под влиянием орудия, агрегированного при сохранении технических и агротехнических требований. Только так в будущем производительные трактора будут способны конкурировать со специализированными самоходными машинами. Решение агрегата как такового определило границы уменьшения нагрузки на ось трактора, выдвинуло требования к автоматическому регулированию глубины обработки почвы.

техническо-эксплуатационные свойства трактора; параметры орудия; подвеска орудия; управляемость трактора; боковые силы; регулирование глубины обработки почвы; электрогидравлические элементы

PISÁR E., SEMETKO J., ŽIKLA A. (University of agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Demands for the Aggregation of Implements with the Tractor*. Zem. technika 22 (3-4) : 145-155, 1976.

The technical and exploiting qualities of the tractors must be conveniently improved by the effect of the implements aggregated to them under observing technical and agronomic demands. Only thus will heavy-duty tractors be able to compete in the future with special self-propelled machines. The solving of the aggregation as a whole put limits to the weight (relief) of the axles of the tractor, of the unfavourable effects of lateral forces; the demands for the automatic regulation of the depth of soil cultivation were defined.

technical and exploiting qualities of the tractor; parameters of implements: gripping of implements; manoeuvrability of the tractor; lateral forces; regulation of the depth of soil cultivation; electrohydraulic elements

PISAR E., SEMETKO J., ŽIKLA A. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslovakei). *Forderungen an die Kopplung der Geräte mit dem Schlepper*. Zem. technika 22 (3-4) : 145-155, 1976.

Die technischen Nutzungseigenschaften von Schleppern sollen in geeigneter Weise durch die Wirkung der gekoppelten Geräte unter Beibehaltung von technischen sowie agrotechnischen Forderungen verbessert werden. Nur auf diesem Wege werden künftig die leistungsstarke Schlepper gegenüber den selbstfahrenden Spezialmaschinen konkurrenzfähig sein. Durch die Lösung der Koppelung als ganzen

Komplexes wurden Grenzen der Schlepperachsnachbelastung (-entlastung), der nachteiligen Seitenkraftwirkung sowie Forderungen an die automatische Regelung der Bodenbearbeitungstiefe festgelegt.

Technische Nutzungseigenschaften des Schleppers; Parameter der Geräte; Befestigung der Geräte; Lenkfähigkeit des Schleppers; Seitenkräfte; Regelung der Bodenbearbeitungstiefe; elektrohydraulische Elemente

---

*Adresa autorov:*

Ing. Eduard Pisár, CSc., doc. ing. Jozef Semetko, CSc., ing. Anton Žikla, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

## VĚDECKÉ ČASOPISY

### ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ

uveřejňují původní vědecké práce o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů zemědělství a lesnictví. Dále otiskují vědecká pojednání, studie a přehledy zahraniční literatury o vědeckých problémech. Práce z různých výzkumných pracovišť, vztahující se k jednomu problému, jsou vydávány v monotematických číslech.

V roce 1976 budou vydávány časopisy:

|                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ROSTLINNÁ VÝROBA . . . . .       | 12X ročně, předplatné Kčs 216,— |
| ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA . . . . .       | 12X ročně, předplatné Kčs 120,— |
| VETERINÁRNÍ MEDICÍNA . . . . .   | 12X ročně, předplatné Kčs 120,— |
| ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA . . . . .   | 12X ročně, předplatné Kčs 120,— |
| ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA . . . . .    | 12X ročně předplatné Kčs 120,—  |
| LESNICTVÍ . . . . .              | 12X ročně, předplatné Kčs 144,— |
| SBORNÍK ÚVTIZ                    |                                 |
| GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ . . . . .   | 4X ročně, předplatné Kčs 40,—   |
| OCHRANA ROSTLIN . . . . .        | 4X ročně, předplatné Kčs 40,—   |
| MELIORACE . . . . .              | 2X ročně, předplatné Kčs 20,—   |
| SOCIOLOGIE ZEMĚDĚLSTVÍ . . . . . | 2X ročně, předplatné Kčs 20,—   |
| ZAHRADNICTVÍ . . . . .           | 4X ročně, předplatné Kčs 40,—   |

Vědecký časopis SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMOSLOVACA je určen pro zahraničí. Otiskuje vědecké práce a studie, které jsou československým přínosem k celosvětovým poznatkům zemědělské vědy. Články jsou otiskovány v angličtině, ruštině, němčině a francouzštině. Časopis vychází čtvrtletně a celoroční předplatné činí Kčs 40,—.

VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ je orgánem ČSAZ a výzkumných ústavů. Informuje o problematice zemědělské vědy a výzkumu, projednávávané na zasedáních pléna, předsednictva, odborů a komisí ČSAZ, na konferencích a sympoziích. Přináší referáty z mezinárodních kongresů a výsledné zprávy ze studijních cest ze zahraničí. V četných rubrikách uveřejňuje materiály o plánech a výsledcích činnosti jednotlivých ústavů a pracovišť. Věstník ČSAZ vychází měsíčně a celoroční předplatné činí Kčs 96,—.

# SPRACOVANIE VÝSLEDKOV EXPERIMENTOV AUTOMATIZOVANOU LINKOU

J. Semetko

*Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra*

---

SEMETKO J. *Spracovanie výsledkov experimentov automatizovanou linkou.* Zem. technika 22 (3-4) : 157-164, 1976.

Merané veličiny pri experimentoch, prevedené na elektrické veličiny, boli zaznamenané na magnetofónovú pásku. Meracím magnetofónom a dostupnými zariadeniami boli vytvorené na KMT VŠP s Nitre komplexné automatické linky pre vyhodnotenie zaznamenaných výsledkov experimentu. Výstupná forma z automatických liniek bola číslcová alebo grafická. Číslcová forma sa získala kvantovaním analógových priebehov priamo zo záznamu alebo z analógového počítača, s výstupom cez tlačiareň alebo diernu pásku. Grafická forma sa získala zápisom súradnicového zapisovača priamo zo záznamu alebo z analógového počítača.

magnetofónový záznam; kvantovanie; analógový počítač

---

Vedeckotechnická revolúcia na každom kroku potvrdzuje, že kvalitatívny rozvoj vedy a techniky spočíva nielen v rozvoji vied, ale i v rozvoji experimentálnej technickej činnosti. Praktická realizácia nových myšlienok a ich pokusné overovanie na modeloch a funkčných vzoroch doprevádzajú zákonite teoretickú a vedeckú činnosť smerujúcu k vytváraniu nových technických diel a predstavujú najspoľahlivejšie kritérium správnosti nových myšlienok, návrhov a vynálezov.

V súčasných podmienkach vysokej koncentrácie a intenzifikácie poľnohospodárskej veľkovýroby sa musia vo väčšej miere využívať nové poznatky z technických odborov a hľadať cesty k ich aplikácii v poľnohospodárstve. Využívanie najnovších výsledkov moderných technických disciplín, ako fyziky, elektroniky, teórie informácií, automatizácie biofyziky, agrofyziky a pod., napomáha technickému rozvoju a vytvára bázu pre širokú automatizáciu poľnohospodárskej veľkovýroby.

Nové úlohy, ktoré vyplynuli pre poľnohospodárstvo z vedeckotechnickej revolúcie, kladú nové požiadavky aj na vedeckovýskumnú prácu v oblasti poľnohospodárskej techniky, vyžadujú vyššiu produktivitu experimentálnych prác — progresívnejšie meracie i vyhodnocovacie metódy.

Voľba zariadení a meracích metód má umožniť automatické, resp. poloautomatické spracovanie nameraných veličín. Zvolené, aplikované i vyvinuté snímače, ako aj zvolené, aplikované, upravené i vyvinuté zariadenia majú umožniť meranie i spracovanie výsledkov s minimálnym zásahom pracovníkov, či už sa jedná o číselné údaje, alebo o grafické priebehy sledovaných veličín. Pri voľbe snímačov sa má preto vychádzať z požiadaviek

vstupných údajov použitých zosilovačov, záznamových, upravujúcich, spracujúcich a vyhodnocovacích zariadení.

## ZÁZNAM MERANÝCH VELIČÍN

V súčasnosti sa z hľadiska možnosti automatizácie spracovania nameraných výsledkov ako najvhodnejší záznam meraných veličín javí viacstopý magnetický záznam. Využívali sme pri tom prenosný merací magnetofón TESLA EMM 140, ktorý sme podrobili niekoľkým skúškam a úpravám za účelom odstránenia niekoľkých nedostatkov. Boli to najmä: rušivé impulzy pri každom spúšťaní a zastavovaní, časové posunutie z párných a nepárných stôp, zvyškový rušivý signál a zmeny dynamických vlastností záznamov — reprodukčného kanála.

Požadované výstupy pri spracovávaní zaznamenaných výsledkov experimentov boli najčastejšie:

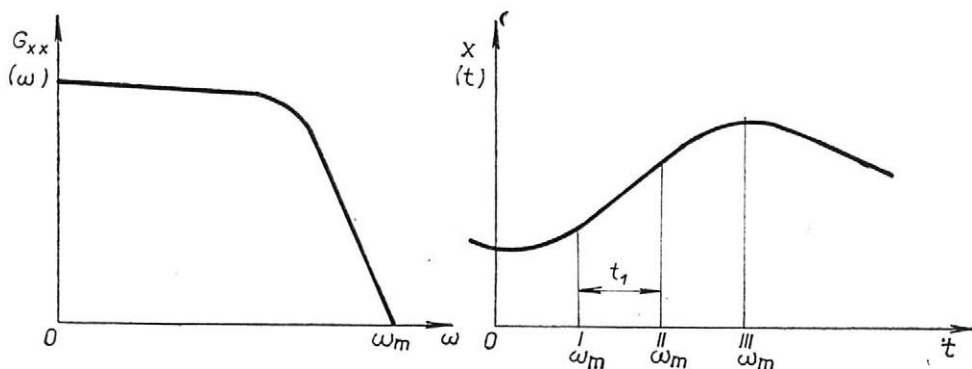
- formou grafických záznamov, väčšinou časový priebeh veličín bez úprav;
- formou grafických záznamov upravených zvoleným programom analógového počítača;
- formou číselných údajov získaných kvantovaním priamych časových priebehov;
- formou číselných údajov prevodom hodnôt z analógového počítača.

Z rôznych spôsobov spracovania magnetického záznamu uvedieme aspoň dva netypické spôsoby.

## VYHODNOCOVANIE KVANTOVANÍM

Ak má časove premenný signál  $x(t)$  frekvenčné spektrum ohraničené frekvenciou  $\omega_m$  (obr. 1), možno ho podľa Shannon-Kotelnikovej teóremy (Charkevič, 1962) nahraďiť výrazom

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x\left(\frac{k\pi}{\omega_m}\right) \frac{\sin\left[\omega_m\left(t - \frac{k\pi}{\omega_m}\right)\right]}{\omega_m\left(t - \frac{k\pi}{\omega_m}\right)} \quad (1)$$



1. K Shannon-Kotelnikovej teóremy

Podľa uvedenej teóremy (1) signál so spektrom ohraničeným frekvenciou  $\omega_m$  môžeme s ľubovoľnou presnosťou rekonštruovať pomocou funkcie typu  $\sin t/t$  z jeho vzoriek  $x/k\pi (\omega_m)$  odobraných v okamihoch vzdialených od seba o časový interval  $t_x \leq \pi/\omega_m$ .

Shannon-Kotelnikovú teóremu (1) možno rozšíriť aj na signál úzkopásmového charakteru.

Pri výpočte skreslenia signálu, ktoré vznikne jeho kvantovaním v čase a spätnou rekonštrukciou, budeme vychádzať z odchýlky  $\varepsilon(t)$  medzi výsledkom rekonštrukcie  $y(t)$  a pôvodným signálom  $x(t)$ , ktorú definujeme vzťahom

$$\varepsilon(t) = y(t) - x(t) \quad (2)$$

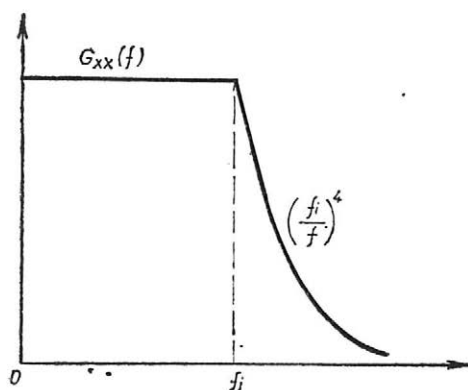
Presnosť, s akou možno zo vzorkovaného signálu rekonštruovať pôvodný signál budeme u náhodného signálu  $x(t)$  hodnotiť na základe kritéria strednej kvadratickej odchýlky  $\varepsilon(t)$ , pričom platí

$$\overline{\varepsilon^2} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} \varepsilon^2(t) dt \quad (3)$$

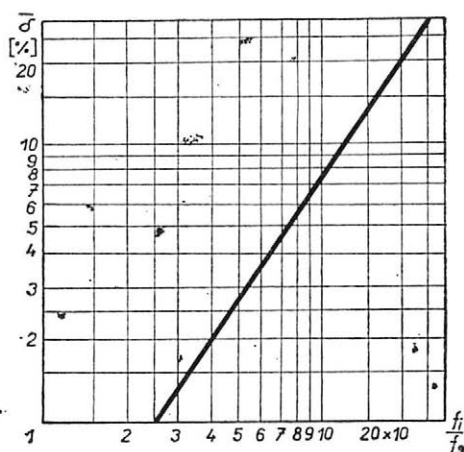
Pomerná chyba je definovaná výrazom

$$\bar{\delta} = \sqrt{\frac{\overline{\varepsilon^2}}{x^2}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

Závislosť pomernej chyby od frekvencie vzorkovania znázorňuje obr. 3.



2. Priebeh výkonovej spektrálnej hustoty dolnofrekvenčného charakteru



3. Závislosť pomernej chyby od frekvencie vzorkovania

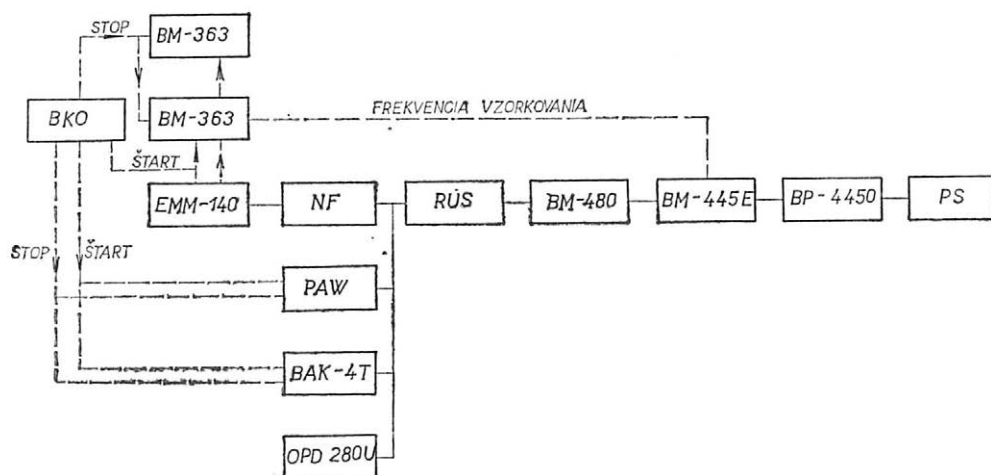
Ako vyplýva z obr. 3, so zvyšovaním frekvencie vzorkovania  $f_s$  pre náhodný signál so spektrom podľa obr. 2 klesá pomerná chyba lineárne.

Uvedený teoretický rozbor je obmedzený len na najpodstatnejšie vzťahy a závislosti, ktoré sú nevyhnutne potrebné na praktické použitie pri vlastnom vzorkovaní náhodných signálov. Ako vyplýva z uvedeného teoretického rozboru, pri vlastnom vzorkovaní je



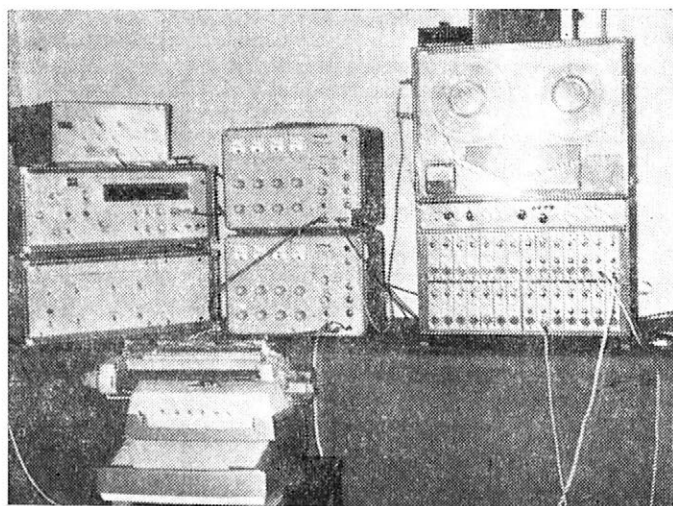
potrebné vychádzať z dynamických vlastností vzorkovaného náhodného signálu, ktoré sú dané charakteristickou frekvenciou spektra  $f_i$ . Na základe požadovanej veľkosti pomernej chyby možno potom stanoviť frekvenciu vzorkovania signálu, ktorého dynamické vlastnosti sú známe. Je zrejmé, že pomerná chyba určená podľa obr. 3 pre danú frekvenciu vzorkovania a daný priebeh signálu bude v skutočnosti väčšia s ohľadom na presnosť a citlivosť použitých konštrukčných prvkov a zariadení.

Na vyhodnocovanie magnetických záznamov kvantovaním bola zostavená automatická vyhodnocovacia linka za použitia dostupných prístrojov a zariadení (obr. 4 a 5).



4. Schéma automatickej vyhodnocovacej linky pre kvantovanie

BKO — bistabilný klopný obvod; BM-363 — čítač s predurčením; EMM 140 — merací magnetofón; NF — nízkofrekvenčný filter; RUS — regulátor úrovne signálu; BM 480 — prevodník napätie — kmitočet; BM 445 E — univerzálny čítač; BP-4450 — tlačiarenské zariadenie; PS — elektrický písací stroj; PAW — elektronický integrátor; BAK 4T — súradnicový zapisovač; OPD 280 U — pomalobežný osciloskop



5. Pohľad na automatickú vyhodnocovaciu linku pre kvantovanie

Výstupný signál z meracieho magnetofónu TESLA EMM-140 je filtrovaný filtrom s dolnofrekvenčnou priepustou. Takto prefilterovaný signál zbavený šumu prechádza do regulátora úrovne vstupu, ktorým je možné nastaviť hodnotu signálu  $x_c$  zodpovedajúcu ciachovaciemu napätiu  $C_c$ . Za použitia prevodníka BM-480 je analógová forma signálu prevádzaná na číslicovú, signál v číslicovej forme postupuje do univerzálneho čítača BM-445E a ďalej cez tlačiarenské zariadenie BP-4450 do elektrického písacieho stroja CONSUL, ktorý v stanovených časových okamžikoch zapisuje číselné hodnoty meranej veličiny.

Aby vyhodnocovacia linka mohla automaticky pracovať, je na jednu stopu direktného záznamu meracieho magnetofónu zaznamenaný konštantný kmitočet od začiatku až po koniec merania. Uvedený kmitočet v priebehu vyhodnocovania je napojený na vstup prvého čítača s predurčením BM-363; tento čítač riadi odoberanie vzoriek z nameraného signálu v stanovených časových okamžikoch v závislosti od nastavenej frekvencie vzorkovania. Druhý čítač s predurčením riadi zastavenie činnosti vyhodnocovacej linky po odobratí požadovaného počtu vzorkov.

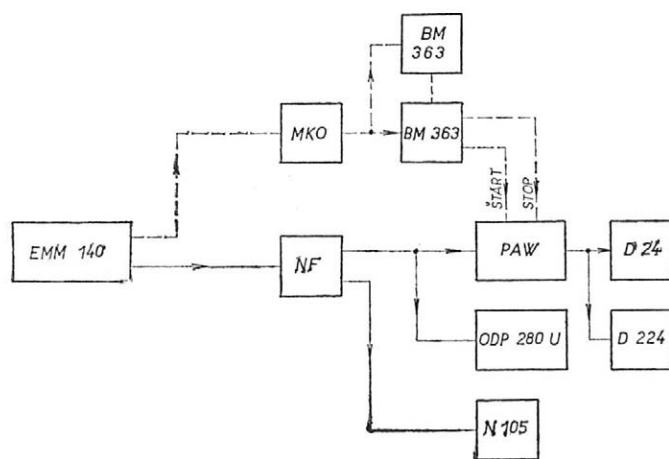
Uvedenie vyhodnocovacej linky do činnosti a jej zastavenie je riadené bistabilným klopovým obvodom, pričom začiatok vyhodnocovania je daný časovými značkami zaznamenanými na druhú stopu direktného záznamu meracieho magnetofónu.

Na výstup dolnofrekvenčného filtra je zároveň paralelne napojený integrátor PAW, súradnicový zapisovač BAK-4T a osciloskop pomalobežných dejov. Prostredníctvom integrátora je možné stanoviť strednú hodnotu meranej veličiny a použitím súradnicového zapisovača je možné súčasne zaznamenať grafický priebeh meranej veličiny. Osciloskop slúži pre vizuálnu kontrolu priebehu meranej veličiny počas vlastného vyhodnocovania.

## VYHODNOCOVANIE ANALÓGOVÝM POČÍTAČOM

Magnetické záznamy časových priebehov meraných veličín sme spracovali pomocou automaticky ovládanej vyhodnocovacej linky, ktorá je schematicky znázornená na obr. 6. Touto linkou sme postupne spracovali jednotlivé záznamy z každej stopy zvlášť a pri vyhodnocovaní záznamov sme súčasne uskutočnili grafický záznam časových priebehov.

Pri vyhodnocovaní sme používali najmenšie otáčky magnetofónu, t.j. oseemnásobné spomalenie. Priebehy vyhodnocovaných veličín sme sledovali šesťkanálovým pomalo-bežným osciloskopom OPD 280 U.

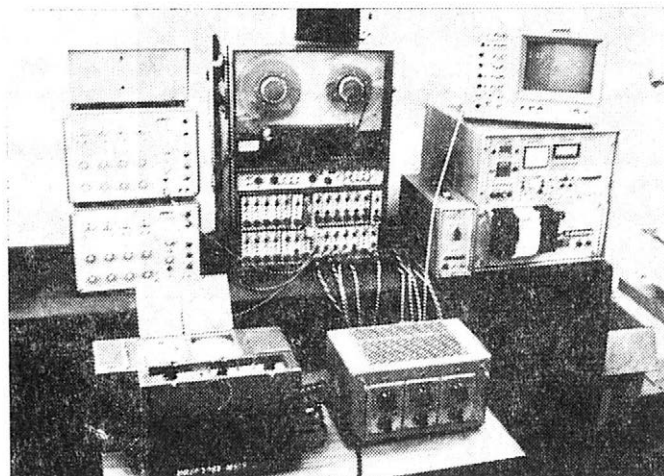


#### 6. Schéma automatickej vyhodnocovacej linky s analógovým počítačom

EMM 140 — merací magnetofón; PAW — elektronický vyhodnocovací přístroj; N 105 — sľučkový oscilograf; D 24 — tlačiareň; D 224 — die-rovač; BM 363 — čítač s predvolbou; MKO — monostabilný klopný obvod; NF — nízkofrekv. filter; OPD 280 U — po-malobežný osciloskop

Priemerné hodnoty sme získavali jednocúčelovým malým analógovým počítačom PAW, ktorý v spojení s tlačiarňou Kienzel vytlačí potrebné údaje k jednoduchému vy počítaniu priemerných, prípadne efektívnych hodnôt meraných veličín (resp. ďalšie štatistické hodnoty), alebo vydieruje tieto údaje dierovačom Kienzel pre vstup do samo činného počítača.

Grafické záznamy časových priebehov meraných veličín sme získavali oscilografom. Celkový pohľad na automaticky ovládanú vyhodnocovaciu linku je na obr. 7.



7. Pohľad na automa tickú vyhodnocovaciu lin ku s analógovým počí tačom PAW

Princíp vyhodnocovania nameraných veličín touto automatickou vyhodnocovacou linkou spočíva v rozdelení nameraného záznamu pri jednej jazde na niekoľko rovnakých úsekov, pri ktorých sa určia ich stredné, efektívne, prípadne iné štatistické hodnoty.

Predpokladom k vyhodnocovaniu touto linkou je záznam impulzov obdĺžnikového tvaru (časových značiek) veľkosti 5 V a trvajúcich 50 až 100  $\mu$ s na jednu stopu meracieho magnetofónu. Používa sa priamy spôsob záznamu s predmagnetizáciou. Tieto časové značky je nutné zaznamenať na začiatok a koniec každého vyhodnocovaného úseku. Od nábežnej hrany príslušných reprodukováných záporných impulzov sa odvodzujú všetky riadiace funkcie riadiča, pozostávajúceho z dvoch čítačov s predvolbou BM 363 vhodne navzájom prepojených (obr. 6).

Vyhodnocovaný signál reprodukováný meracím magnetofónom sa privádza cez nízkofrekvenčný filter na vstup elektronického vyhodnocovacieho prístroja PAW, ktorým dostaneme hodnoty potrebné pre určenie strednej hodnoty, efektívnej hodnoty, prípadne ďalšie štatistické hodnoty, a to buď natlačené tlačiarňou D 24, alebo nadierované na diernej páske pomocou dierovača D 224, ktoré slúžia ako vstupné údaje do samočinného číslicového počítača. Napätový výstup z nízkofrekvenčného filtra sa privádza aj na pomalobežný osciloskop OPD 280 U, ktorý umožňuje vizuálne pozorovanie vyhodnocova ného signálu. Súčasne je prúdový výstup z NF napojený na slučkový oscilograf N-105 s priamoviditeľným záznamom, pomocou ktorého môžeme vyhodnocovaný signál trvale graficky zaznamenať.

Riadiace impulzy zaznamenané na jednej stope meracieho magnetofónu sa privádzajú na monostabilný klopný obvod, ktorý ich vhodne tvaruje. Upravené riadiace impulzy sú privedené na vstupy dvoch čítačov s predvolbou, ktoré jednak ovládajú funkciu ŠTART a STOP prístroja PAW, a tým aj záznam vyhodnotených údajov, jednak umožňujú zastavenie vyhodnocovania, ako náhle vyhodnotíme predvolený počet úsekov.

Komplexné spracovanie výsledkov experimentov s minimálnym zásahom pracovníkov je ovplyvnené vhodnou voľbou záznamového zariadenia.

Z doposiaľ používaných záznamových zariadení sa nám javí ako najprogressívnejší viackanálový magnetický záznam (najmä pri terénnych experimentoch). Umožňuje vniesť automatizačné prvky do ďalšieho spracovania experimentov, umožňuje rôznorodé spracovanie zaznamenaných výsledkov podľa voľby vyhodnocovacích zariadení. Zariadenia na konečné spracovanie výsledkov experimentov obsahujú spravidla menej veličín ako je potrebné pri dnešných experimentoch merať. Nie je únosné budovať viackanálové vyhodnocovacie zariadenia, nakoľko magnetický záznam umožňuje spoľahlivé spracovanie aj po častiach, prakticky s neobmedzeným časovým odstupom.

Ako vhodné spôsoby spracovania výsledkov experimentov z magnetického záznamu predovšetkým u kontinuálnych priebehov sa javili:

1. Prevod na číslcovú formu priamym kvantovaním analógového priebehu. Pre prípadné ďalšie spracovanie je dierna páska vhodná ako priamy vstup do číslcového počítača.
2. Prevod na číslcovú formu po riešení časových priebehov veličín analógovým počítačom, prípadne grafický záznam výstupných hodnôt z analógového počítača.
3. Grafický záznam časových alebo vzájomných priebehov veličín z magnetického záznamu súradnicovým zapisovačom, prípadne oscilografom.

## Literatúra

HORA, O. — ROZTOČIL, J.: Měření elektrických a magnetických veličin v automatizaci. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1970.

CHARKEVIČ, A. A.: Spektry i analiz. Moskva, Gos. izd. fiz. mat. lit. 1962.

KUHA, Z. — BETÁK, J. — ZEHNULA, V.: Měření mechanických veličin v automatizaci. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1967.

OKENKA, Z.: Vyhodnocování registračních záznamů. Sděl. technika, 1967, č. 4.

ŠTASTNÝ, A. — NEJEDLÝ, V. — PATROVSKÝ, J.: Elektrické zpracování signálů měřených veličin zaznamenaných na magnetickém pásku. [Výzkumná zpráva.] Praha-Letňany, 1971.

ŠTASTNÝ, A.: Vzorkování signálů časově proměnných měřených veličin. Zpravodaj VZLÚ, Praha-Letňany, 1969, č. 2.

ZAVOLOKIN, A.: Analogové číslcové převodníky. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1967.

Došlo dňa 10. 12. 1975

СЕМЕТКО Й. и кол. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Обработка результатов экспериментов при помощи автоматизированной линии. Zem. technika 22 (3-4) : 157-164, 1976.

Измеряемые во время экспериментов величины, переводимые на электрические величины, наносились на магнитофонную ленту. При помощи измерительного магнитофона и доступных приспособлений на КИТ СХИ в Нитре были созданы комплексно автоматизированные линии для оценки внесенных результатов эксперимента. Выходящая форма из автоматических линий была цифровой, или графическая. Цифровая форма была получена в результате квантования аналоговых процессов непосредственно из записи, или аналоговой вычислительной машины, с выходом через типографию, или перфоленту. Графическая форма была получена путем записи координатного регистрирующего прибора непосредственно из описаний или из аналоговой вычислительной машины.

магнитофонная запись; квантование; аналоговая вычислительная машина

SEMETKO J. et al. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Processing the Results of Experiments by an Automatic Line*. Zech. technika 22 (3-4) : 157-164, 1976.

The measured values of experiments, converted to electrical quantities, were recorded on a magnetic tape. The University of Agriculture at Nitra formed complex automatic lines for the evaluation of the measured results of experiments by a measuring tape recorder and accessible equipments. The output of the automatic lines was either numerical or graphical. The numerical form was gained by the quantification of the analogue courses directly from the recording or from the analogue computer with the output using a printer or a punched tape. The graphical form was gained by the recording of a graph plotter directly from the recording or from the analogue computer.

tape recording; quantification; analogue computer

SEMETKO J. u. Koll. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Bearbeitung der Ergebnisse von Experimenten mit der automatisierten Straße*. Zem. technika 22 (3-4) : 157-164, 1976.

Die während der Experimente gemessenen, zu elektrischen Größen überführten Größen, wurden auf einen Magnettonband aufgenommen. Mit einem Meßtonbandgerät und mit zugänglichen Einrichtungen wurden am Lehrstuhl der Meßtechnik an der Landwirtschaftlichen Universität Nitra komplexe automatische Straßen für die Auswertung der aufgezeichneten Ergebnisse des Experimentes geschaffen. Die Ausgangsform von den automatischen Straßen war numerisch oder graphisch. Die numerische Form wurde durch Quantisierung der Analogverläufe direkt von der Aufzeichnung oder vom Analogrechner, mit dem Ausgang über den Drucker oder Lochstreifen gewonnen. Die graphische Form wurde durch die Aufzeichnung des Koordinatenschreibers direkt von der Aufnahme oder vom Analogrechner gewonnen.

Tonbandaufnahme; Quantisierung; Analogrechner

---

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Semetko, CSc. a kol., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

J. Lobotka, L. Škulavík

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

LOBOTKA J., ŠKULAVÍK L. *Teoretické riešenie pneumatického pulzátora*. Zem. technika 22 (3-4) : 165-175, 1976.

Na základe výsledkov práce možno uviesť, že pomer taktov je funkciou:  $\delta = f(p_b, p_n, p_1, p_2, n, x)$ . So stúpaním nominálneho podtlaku sa pomer taktov zväčšuje, čo je v súlade s poznatkami iných autorov. So zvyšovaním nominálneho podtlaku klesá frekvencia pulzácie. Teoretický výpočet pomeru taktov a zmeny frekvencie pulzácie je v súlade s experimentálnymi výsledkami.

nominálny podtlak; pomer taktov; frekvencia pulzácie; riadiaca komora

Z hľadiska správnej funkčnosti dojacích strojov zohráva veľkú úlohu pulzátor. Existuje celý rad konštrukčného riešenia pulzátorov. Na prácu pulzátora kladú zootechnické požiadavky vysoké nároky. Jednotlivé riešenia viac alebo menej spĺňajú zootechnické požiadavky.

Pneumatické membránové pulzátory s ventilčekom rozvodom pracujú na základe práce riadiacej komory, v ktorej dochádza k tlakovým zmenám, a tým k zmene silových pomerov na ventilovo-membránovom mechanizme. Ak určíme časovú zmenu tlaku v riadiacej komore, môžeme sa dopracovať k teoretickému riešeniu pulzátora. V minulosti rôznymi autormi formulované matematické vzťahy vychádzali z analogických dejov alebo sa odvodili zo zjednodušených predpokladov prúdenia plynov.

V našom príspevku chceme ukázať riešenie niektorých veličín a ich závislostí na základe presne definovaných fyzikálnych veličín a konštánt. Pri odvodzovaní vzťahov vychádzame z termodynamickej teórie prúdenia plynov. Takýto prístup k riešeniu problému obohatí teoretické riešenie pulzátora, a umožní tak i správny výber funkcií a vzťahov pre aplikáciu na dojaciu techniku.

Pri hodnotení práce pulzátora z exploatačného hľadiska v teoretickom i praktickom pohľade používame veličinu pomer taktov, ktorá je určená:

$$\delta = \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad (1)$$

kde:  $\tau_1$  — doba sania (s)  
 $\tau_2$  — doba stláčania (s)

Pri teoretickom riešení úlohy musíme určiť tieto časy, t.j. čas na odsávanie vzduchu z riadiacej komory pulzátora ( $\tau_1$ ) a čas na vpúšťanie vzduchu do tejto komory ( $\tau_2$ ). Teda

na základe práce riadiacej komory pri určitých podmienkach ostatných faktorov dochádza k pulzácii.

Autori, ktorí sa problémom zaoberali, vo svojich predpokladoch nevychádzajú z exaktných termodynamických predpokladov.

Korolev (1969) vyberá pre časovú zmenu tlaku funkciu tak, že vychádza z analogických dejov ako napr. prestup tepla, závislosť hustoty toku náboja od nábojov kondenzátora a pod. Pre časovú zmenu podtlaku v riadiacej komore pre takt sania uvádza vzťah:

$$\frac{dp}{dt} = k_1 (p_n - p) \quad (2)$$

a pre takt stláčania:

$$\frac{dp}{dt} = -k_2 p$$

Po integrovaní a dosadení dostáva vzťah pre pomer taktov:

$$\delta = k \frac{\ln \frac{p_n - p_2}{p_n - p_1}}{\ln \frac{p_1}{p_2}} \quad (3)$$

Souček (1968) uvádza, že základný jav, ktorý v pulzátoch nastáva, je prúdenie vzduchu z jedného priestoru do druhého cez škrtiaci otvor na základe rozdielu tlakov medzi týmito priestormi. V odvolaní sa na Gorjačkina používa pre matematickú formuláciu tohoto javu diferenciálnu rovnicu

$$\frac{dp}{dt} = k (p_o - p)$$

Výsledky získané použitím uvedenej rovnice boli dosť rozdielne od skutočnosti, čo svedčí o tom, že táto rovnica nie je vhodná pre charakterizovanie a odvodenie matematických vzťahov, ktoré by adekvátne popisovali funkciu pulzátoch. Preto Souček (1968) vychádza zo základného vzťahu termodynamiky pre prúdenie z priestoru, kde je tlak konštantný, do uzavretého zásobníka s objemom  $V_z$

$$\frac{c_{12}^2}{g} = - \int_1^2 \frac{v}{g} dp = \frac{p}{\rho a g} (p_1 - p_2) \quad (5)$$

Pre nábeh sania a stisku odvodzuje vzťah

$$\frac{dp_2}{dt} = - \frac{p_a \cdot f \cdot k}{V_z} \sqrt{(p_2 - p_1)} \operatorname{sign} (p_2 - p_1)$$

Autori Kozlikov, Krasnov (1965) považujú za základnú charakteristiku dojačky pomer taktov a uvádzajú preň vzťah

$$\delta = k \frac{\ln \frac{p_n - p_1}{p_n - p_2}}{\ln \frac{p - p_2}{p - p_1}} \quad (6)$$



Rozdielny prístup k riešeniu toho istého problému a zavádzanie konštánt úmernosti (Korolev, 1969; Rektorys, 1968), ktorých fyzikálny význam nevyplýva z pôvodnej teórie daného javu a pod., nás priviedol riešiť uvedenú úlohu na základe termodynamiky prúdenia plynov. Pritom vychádzame z čisto fyzikálnych princípov platných pre prúdenie plynov (Kalčík, 1960; Lojczjanskij, 1954).

Tento spôsob určovania pomeru taktov si nevyžaduje žiadne konštanty úmernosti, ktorých hodnoty sú získavané experimentálnym spôsobom a ich teoretické zdôvodnenie nie je dostatočné. Vylúčenie konštánt úmernosti a počítanie charakteristickej veličiny pulzátoru ( $\delta$ ) len na základe tlakov dáva s prihliadnutím na [2] všeobecnejší a exaktnejší postup riešenia problematiky ventilovo-membránového mechanizmu. Tejto otázke sa mienime venovať v ďalšom príspevku.

## TEORETICKE RIEŠENIE PROBLÉMU

Pri riešení vychádzame z izoentropického prúdenia plynu z jedného priestoru (riadiaca komora) cez škrtiaci ventil do druhého priestoru, kde je konštantný tlak  $p_n$ , resp.  $p_a$  (podľa toho, či ide o takt sania alebo o takt stláčania).

Ak si označíme

- $V$  — objem riadiacej komory ( $m^3$ )
- $S$  — plošný obsah otvoru škrtiacej klapky ( $m^2$ )
- $\varphi$  — rýchlostný súčiniteľ prúdenia plynu
- $\rho$  — merná hmotnosť vzduchu v riadiacej komore v ľubovoľnom časovom okamžiku ( $kg\ m^{-3}$ )
- $v$  — rýchlosť prúdenia plynu otvorom škrtiacej klapky ( $ms^{-1}$ )
- $\kappa$  — Poissonova konštanta
- $R$  — plynová konštanta ( $J\ kmol^{-1}\ K^{-1}$ )
- $T$  — teplota ( $K$ )
- $\mu$  — mólová hmotnosť ( $kg\ mol^{-1}$ )
- $p_1, p_2$  — hranice tlaku v riadiacej komore,  $p_1, p_2 > (Pa)$
- $p_a$  — absolútny tlak ( $Pa$ ),  $p_a = p_b - p_n$
- $p_b$  — atmosferický tlak ( $Pa$ )
- $p_n$  — nominálny podtlak ( $Pa$ )
- $p$  — tlak v riadiacej komore v ľubovoľnom časovom okamžiku
- $n$  — frekvencia pulzácie za minútu

môžeme na základe termodynamickej teórie prúdenia plynov odvodiť vzťah pre dobu sania a stláčania, resp. vzťah funkcie časovej zmeny tlaku a porovnať ich so vzťahmi vyššie uvedených autorov.

Bilančná rovnica pre výtok plynu z riadiacej komory, ak je spojená s tlakom  $p_a$ , je daná v ľubovoľnom časovom okamžiku vzťahom

$$dm = V d\rho = \rho Q S dt \quad (7)$$

pričom  $v, \rho$  sú funkciami času a vzťahujú sa k riadiacej komore.

Pre adiabatický dej platí vzťah

$$\frac{p}{p_2} = \left( \frac{\rho}{\rho_2} \right)^\kappa \quad (8)$$

pričom  $p_2, \rho_2$  je tlak a merná hmotnosť na začiatku výtoku plynu z riadiacej komory.

Pre  $d\rho$  dostávame vzťah

$$d\rho = \frac{1}{\kappa} \frac{\rho_2}{p_2^{\frac{1}{\kappa}}} p^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} dp \quad (9)$$

Použitím stavovej rovnice plynov dostávame

$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{1}{\kappa} \frac{dp}{p} \quad (10)$$

Pre výtokovú rýchlosť do priestoru o konštantnom tlaku  $p_a$  sa dá odvodiť rovnica

$$v = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \frac{p}{\rho} \left[ 1 - \left( \frac{p_a}{p} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]} \quad (11)$$

Na základe vzťahov (7), (8), (9), (10), (11) dostávame vzťah:

$$d\tau_1 = \frac{V}{S\kappa\varphi} \frac{\sqrt{\frac{\kappa-1}{p_2^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}}{\sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \frac{RT}{\mu}}} \cdot \frac{dp}{p \sqrt{\frac{\kappa-1}{p^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} - \frac{\kappa-1}{p_a^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}} \quad (12)$$

Aby sme určili celkovú dobu sania  $\tau_1$ , je potrebné vzťah integrovať v hraniciach  $< p_1, p_2 >$ , pričom  $p_2 > p_1$ .

Integrovaním dostávame konečný vzťah pre  $\tau_1$

$$\tau_1 = \frac{2V}{S\varphi} \frac{1}{\sqrt{\frac{2RT}{\mu} \kappa(\kappa-1)}} \sqrt{\left( \frac{p_2}{p_a} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \left[ \operatorname{arctg} \sqrt{\left( \frac{p}{p_a} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1} \right]_{p_1}^{p_2} \quad (13)$$

Ak spojíme riadiacu komoru s vonkajším tlakom  $p_b$ , potom vzťah pre rýchlosť vzduchu do riadiacej komory nie je totožný so vzťahom (11). Táto rýchlosť je daná vzťahom

$$v' = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \frac{p}{\rho} \left[ \left( \frac{p_b}{p} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right]} \quad (14)$$

Obdobnými úvahami ako v predchádzajúcom prípade obdržíme vzťah

$$d\tau_2 = \frac{V}{S\kappa\varphi} \frac{\sqrt{\frac{\kappa-1}{p_1^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}}{\sqrt{\frac{2RT}{\mu} \kappa(\kappa-1)}} \cdot \frac{dp}{p \sqrt{\frac{\kappa-1}{p_b^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} - \frac{\kappa-1}{p^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}} \quad (15)$$

Integráciou v hraniciach  $< p_1, p_2 >$ , pričom  $p_b > p_1, p_1 < p_2$ , dostávame pre výpočet doby stlačania vzťah:

$$\tau_2 = \frac{2V}{S\varphi} \frac{1}{\sqrt{\frac{2RT}{\mu} \kappa(\kappa-1)}} \sqrt{\left( \frac{p_1}{p_b} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \left[ \operatorname{arctgh} \sqrt{1 - \left( \frac{p}{p_b} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \right]_{p_2}^{p_1} \quad (16)$$

Potom pre parameter pulzátora  $\delta$  dostávame vzťah

$$\delta = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{p_b}{p_a} \cdot \frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \left[ \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{p}{p_a}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1} \right]_{p_2}^{p_1}}{\left[ \operatorname{arctgh} \sqrt{1 - \left(\frac{p}{p_b}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \right]_{p_2}^{p_1}} \quad (17)$$

Ak si označíme

$$K_1 = \frac{V}{S\eta\varphi} \frac{\sqrt{p_2^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}{\sqrt{\frac{2RT}{\mu} \kappa (\kappa - 1)}} \quad (18)$$

$$K_2 = \frac{V}{S\eta\varphi} \frac{\sqrt{p_1^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}}{\sqrt{\frac{2RT}{\mu} \kappa (\kappa - 1)}}$$

dostaneme diferenciálnu rovnicu pre takt sania

$$\frac{dp}{dt} = K_1 p \sqrt{p^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - p_a^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \quad (19)$$

takt stláčania

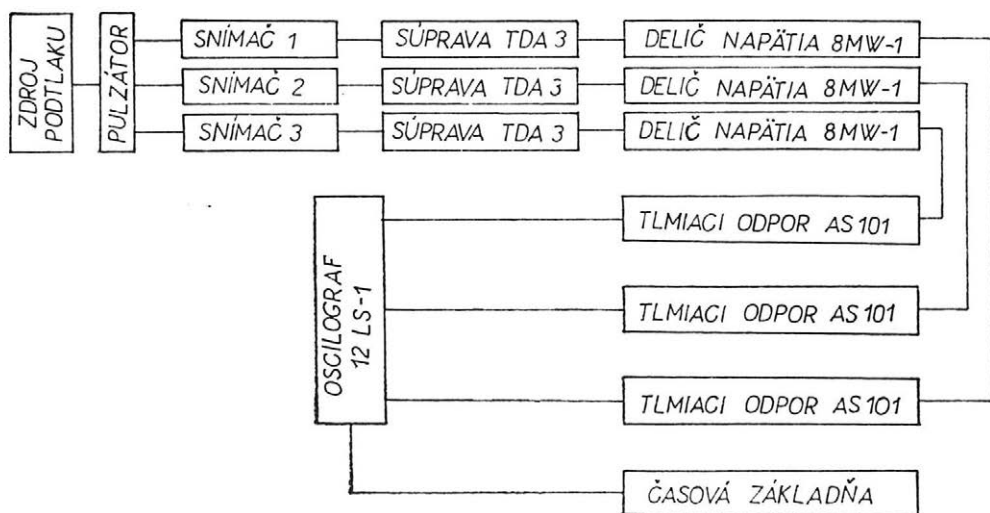
$$\frac{dp}{dt} = K_2 p \sqrt{p_b^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - p^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \quad (20)$$

Tieto vzťahy sa odlišujú od vzťahov použitých autormi (Korolev, 1969; Souček 1968; Rektorys, 1968) pre riešenie charakteristik pulzátora. Takýmto spôsobom dostávame diferenciálne rovnice, ktoré by sa mali pre riešenie pulzátora používať (podľa toho, či ide o takt sania alebo stláčania). Takýto prístup k štúdiu uvedeného javu vylučuje akékoľvek konštanty úmernosti, ktorých význam sa vhodne hľadá a využíva presne definované fyzikálne veličiny a konštanty.

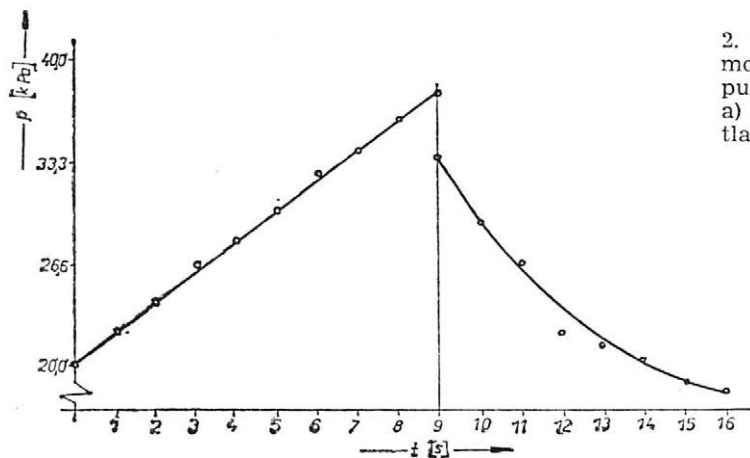
## ZHODNOTENIE TEÓRIE NA ZÁKLADE EXPERIMENTÁLNYCH VÝSLEDKOV

Pre overenie teoretických vzťahov sme robili experimentálne merania na pulzátore DO-1. Pomocou tlakových tenzometrických snímačov sme sledovali priebeh tlakov v riadiacej komore pulzátora a priebeh tlakov v komore pulzujúceho tlaku, ako i nominálny a atmosferický tlak.

Bloková schéma zapojenia meracieho zariadenia je na obr. 1. Snímače boli pripojené na staticko-dynamickú tenzometrickú trojkanálovú aparátúru TDA-3, určenú pre me-

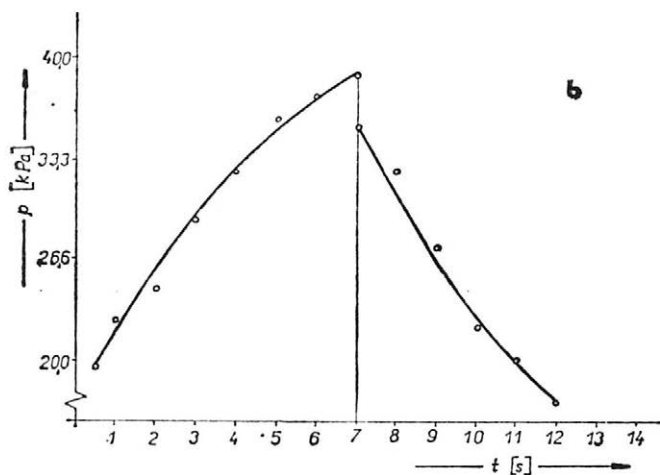


1. Blokové schéma meracieho zariadenia

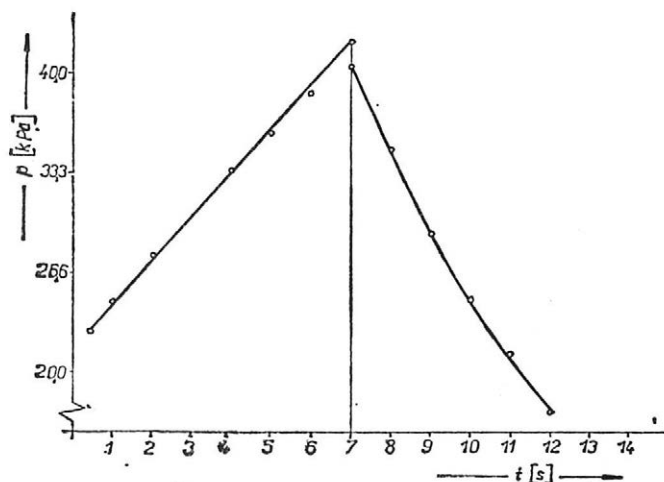


2. Priebeh tlaku v komore pulzujúceho tlaku pulzátora

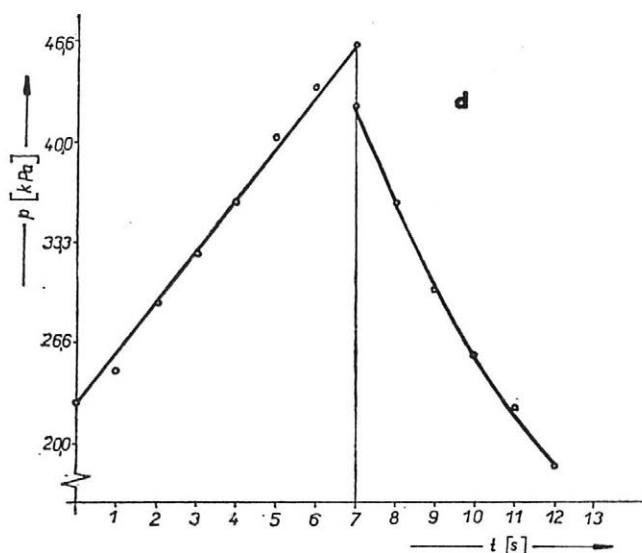
a) pri nominálnom podtlaku 45,33 kPa



b) pri nominálnom podtlaku 47,99 kPa



c) pri nominálnom podtlaku 50,55 kPa

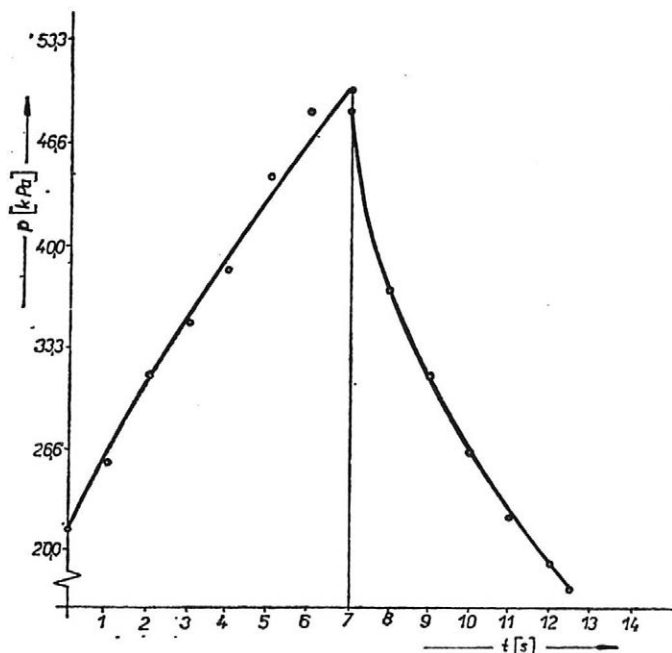


d) pri nominálnom podtlaku 53,33 kPa

rania odporovými tenzometrami v mostíkovom zapojení. Priebeh tlakov v riadiacej komore, v komore striedavého tlaku a v komore stáleho podtlaku bol zaznamenávaný slučkovým oscilografom 12 LS-1.

Zaznamenané hodnoty boli spracované na základe charakteristiky snímačov a graficky znázornené do priebehových závislostí (obr. 2a, b, c, d, e). Na grafoch vidíme priebehy tlakov v riadiacej komore pulzátoru pri nastavenej frekvencii pulzátoru  $50 \text{ min}^{-1}$  a rôznej hodnote nominálneho podtlaku. Pulzátor mal v tomto prípade normálnu veľkosť dolného sedla ventilu a hornej podložky. Vyhodnotením oscilografických záznamov boli určené experimentálne hodnoty  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\delta$ ,  $\Delta n$  v závislosti od nominálneho podtlaku.

Z odvodeného vzťahu (17) vidíme, že pomer taktov  $\delta$  závisí od vonkajšieho tlaku  $p_b$  a nominálneho podtlaku  $p_n$ , Poissonovej konštanty  $\kappa$ , tlakov  $p_1$ ,  $p_2$  na začiatku a konci príslušného deja. Ďalej, ako ukázali výsledky vypočítaných hodnôt podľa vzťahu (17),



e) pri nominálnom podtlaku 55,99 kPa

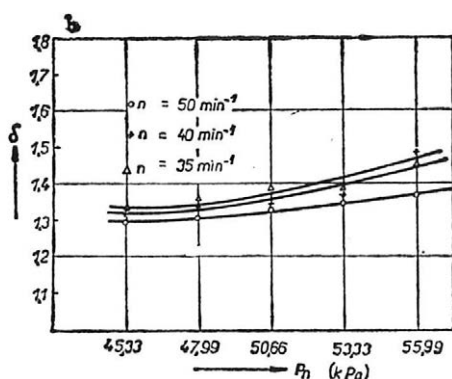
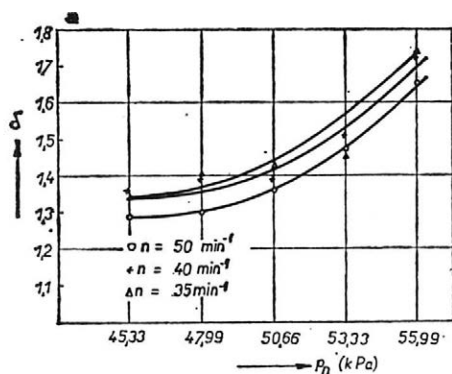
je veličina  $\delta$  závislá ešte od nastavenej frekvencie pulzátora  $n$ . Pre funkčnú závislosť môžeme písať obecnú funkciu:

$$\delta = f(p_b, p_n, p_1, p_2, n, \kappa)$$

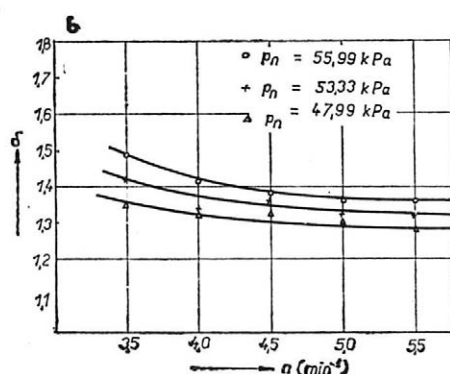
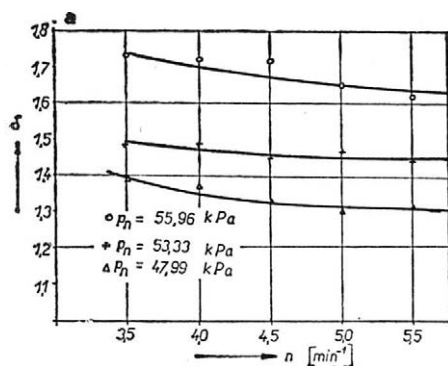
Naše experimentálne merania ukázali, že hranice intervalu  $\langle p_1, p_2 \rangle$  sú výrazne závislé od nominálneho podtlaku. Vo všeobecnosti môžeme predpokladať, že pri práci pulzátoru sú veličiny  $p_b$ ,  $n$  konštantné a nakoľko hranice tlakov v pulzátore sú funkciou nominálneho podtlaku, môžeme pomer taktov vyjadriť len ako funkciu v tvare

$$\delta = f(p_n, n)$$

Konkrétny tvar funkčnej závislosti v grafickom vyjadrení je na obr. 3a, b [ $\delta = f(p_n)$ ,  $n = \text{konšt.}$ ] a obr. 4a, b [ $\delta = f(n)$ ,  $p_n = \text{konšt.}$ ]. Číselné hodnoty pre dve frekvencie



3. Závislosť teoretickej hodnoty pomeru taktov pulzátoru od nominálneho podtlaku pri konštantnej frekvencii pulzácie



4. Závislosť teoretickej hodnoty pomeru taktov pulzátoru od frekvencie pulzácie pri konštantnom nominálnom podtlaku

sú dané v tab. I a II. Obrázky (a) sa vzťahujú k vypočítaným hodnotám podľa odvodeného vzťahu, kým obrázky (b) sú získané na základe vyhodnotenia oscilografického záznamu.

I. Porovnanie experimentálnych výsledkov s hodnotami vypočítanými podľa teoretických vzťahov

$$n = 50 \text{ min}^{-1}$$

$$p_b = 100\,924 \text{ Pa}$$

| Absolútny tlak $p_a$ | Nominálny podtlak $p_n$ | Tlak v radiacej komore |        | Hodnoty vypočítané |            |       | Hodnoty experimentálne |            |      |
|----------------------|-------------------------|------------------------|--------|--------------------|------------|-------|------------------------|------------|------|
|                      |                         | $p_1$                  | $p_2$  | $\tau_1/\tau_2$    | $\Delta n$ | $n$   | $\tau_1/\tau_2$        | $\Delta n$ | $n$  |
| 55 594               | 45 329                  | 64 394                 | 85 326 | 1,289              | 0,41       | 50,00 | 1,29                   | 0,8        | 50,0 |
| 52 928               | 47 996                  | 61 994                 | 84 259 | 1,303              | 1,00       | 49,59 | 1,31                   | 1,2        | 49,2 |
| 50 227               | 50 662                  | 58 599                 | 83 592 | 1,367              |            | 48,59 | 1,33                   |            | 48,0 |
| 47 595               | 53 329                  | 54 555                 | 82 592 | 1,470              | 1,48       | 47,11 | 1,35                   | 1,1        | 46,9 |
| 44 898               | 55 995                  | 49 729                 | 81 633 | 1,652              | 2,00       | 45,11 | 1,37                   | 1,2        | 45,7 |

II. Porovnanie experimentálnych výsledkov s hodnotami vypočítanými podľa teoretických vzťahov

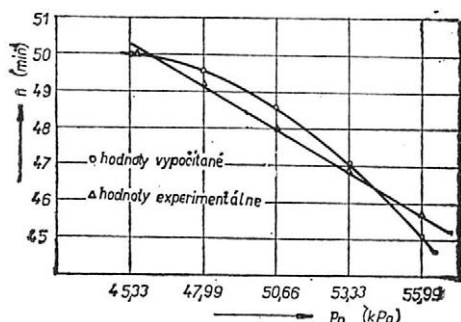
$$n = 35 \text{ min}^{-1}$$

$$p_b = 100\,924 \text{ Pa}$$

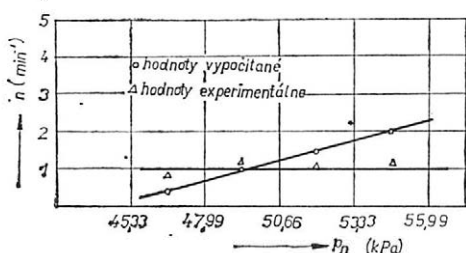
| Absolútny tlak $p_a$ | Nominálny podtlak $p_n$ | Tlak v radiacej komore |        | Hodnoty vypočítané |            |       | Hodnoty experimentálne |            |      |
|----------------------|-------------------------|------------------------|--------|--------------------|------------|-------|------------------------|------------|------|
|                      |                         | $p_1$                  | $p_2$  | $\tau_1/\tau_2$    | $\Delta n$ | $n$   | $\tau_1/\tau_2$        | $\Delta n$ | $n$  |
| 55 594               | 45 329                  | 63 514                 | 85 206 | 1,343              | 0,49       | 35,00 | 1,33                   | 0,6        | 35,0 |
| 52 928               | 47 996                  | 60 554                 | 84 686 | 1,392              | 0,19       | 34,51 | 1,36                   | 0,7        | 34,4 |
| 50 227               | 50 662                  | 57 728                 | 83 379 | 1,424              | 0,61       | 34,32 | 1,39                   | 0,7        | 33,7 |
| 47 595               | 53 329                  | 54 795                 | 82 792 | 1,453              | 1,29       | 33,87 | 1,38                   | 0,8        | 33,8 |
| 44 898               | 55 995                  | 48 795                 | 81 419 | 1,734              |            | 32,58 | 1,40                   |            | 32,2 |



Z obrázkov vidíme, že pomer taktov je závislý od nominálneho podtlaku a s jeho stúpaním sa zväčšuje. Na prvý pohľad by sa zdalo, že zvyšovaním nominálneho podtlaku sa musí čas  $\tau_1$  skracovať, a tým aj  $\delta$  znižovať, lebo rýchlosť prúdenia z riadiacej komory sa bude zvyšovať. To odpovedá i teórii prúdenia, keď na výtokovej strane budeme zvyšovať podtlak. Predpokladom je, aby hranice intervalu  $p_1, p_2$  zostali konštantné. Vyšší nominálny podtlak vyvolá väčší tlakový rozdiel v riadiacej komore, a tým i zmenu hraníc. Na zmenu tlaku z hodnoty  $p_2$  na  $p_1$  i pri väčšej rýchlosti prúdenia plynu je potrebný dlhší čas. Z výpočtov podľa vzťahov (13, 16) vyplýva, že doba sania i stláčania sa s narastaním nominálneho podtlaku predlžuje. Ovšem veľkosť zmeny  $\tau_1$  je väčšia než u  $\tau_2$ , čím ich pomer má stúpajúci charakter tak, ako to nakoniec vidíme na uvedených grafoch.



5. Závislosť poklesu frekvencie pulzácie od narastania nominálneho podtlaku pri základnej frekvencii  $50 \text{ min}^{-1}$



6. Závislosť zmeny frekvencie pulzácie od zmeny nominálneho podtlaku pri základnej frekvencii  $50 \text{ min}^{-1}$

Z tab. I a II a obr. 5 a 6 je zrejma závislosť frekvencie pulzátoru od nominálneho podtlaku. Zvyšovaním nominálneho podtlaku  $p_n$  frekvencia pulzácie klesá, čo je plne v súlade s predchádzajúcimi výsledkami. Zmena frekvencie  $\Delta n$  u experimentálne získaných hodnôt je konštantná v závislosti od nominálneho podtlaku, na rozdiel od hodnôt vypočítaných podľa odvodených vzťahov. Táto závislosť je lineárna, ako vidíme na obr. 5b. Rozdiel je skutočne minimálny, ako vidieť z tab. I a II. Výsledky získané na základe odvodených rovníc neodporujú experimentálnym výsledkom a všeobecným poznatkom známym v tomto odbore. Rozptyl hodnôt obdržaných z teoretických rovníc je spôsobený nepresnosťou vstupných veličín získaných experimentálne.

## ZÁVER

Charakteristickou veličinou pulzátoru je pomer taktov sania a stláčania. Dosiaľ odvodené matematické vzťahy pre túto veličinu vychádzali buď z analogických javov, procesov, alebo už odvodených vzťahov pre prúdenie plynov.

Našou snahou bolo odvodiť pre veličiny  $\tau_1, \tau_2, \delta$ , resp. pre funkciu časovej zmeny tlaku taký vzťah, ktorý by vyplýval len zo všeobecnej teórie prúdenia plynov a na základe presne definovaných fyzikálnych veličín a konštánt. Výsledkom nášho čiste fyzikálneho prístupu k riešeniu uvedeného problému sú vzťahy pre takt sania  $\tau_1$ , stláčania  $\tau_2$ , pomer taktov  $\delta$  a časovú zmenu tlaku v závislosti od toho, či študujeme takt sania alebo stláčania (rovnice 13, 16 a 17).

Výpočet pomeru taktov a zmeny frekvencie na základe odvodených vzťahov ukázal výrazný súhlas s experimentálnymi výsledkami. Preto sa domnievame, že takýto prístup a pohľad na uvedenú problematiku rozširuje teoretický základ v oblasti riešenia pulzátoru, a tým i dojacích zariadení.

## Literatúra

- KALČÍK, J.: Technická termodynamika. Nakl. ČAV, Praha 1960.  
KOROLEV, V. F.: Doilny mašiny. Moskva 1962, 1969.  
KOZLIKOV, M. F. — KRASNOV, I. N.: O nekotorych parametroch doilnovo ap-parta „Dojarka“. Mech. i elektr. soc. sel. choz., 1965, č. 1.  
LOBOTKA, J.: Vplyv konštrukčných parametrov na činnosť membránového pneu-matického pulzátoru. [Habilitačná práca.] Nitra 1972. — Vysoká škola poľnohos-podárska.  
LOJČJANSKIĽ, L. G.: Mechanika kapalin a plynů. Stát. nakl. techn. lit., Praha 1954.  
REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Stát. nakl. techn. lit., Praha 1968.  
SOUČEK, Z.: Řešení pulzátoru dojícího stroje na analogovém počítači. Zem. technika, 14, 1968, č. 9-10, s. 491-516.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ЛОБОТКА Й., ШКУЛАВИК Л. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Теоретическое решение пневматического пульсатора. Zem. technika 22 (3-4) : 165-175, 1976.

Na основе результатов работы можно сказать, что соотношение тактов является функцией:  $\delta = f(p_b, p_n, p_1, p_2, n, \kappa)$ . С возрастанием номинального частичного вакуума соотношение тактов повышается, что соответствует данным, приводимым другими авторами. С возрастанием номинального частичного вакуума понижается частота пульсации. Теоретические соотношения тактов и изменения частоты пульсации соответствуют экспериментальным данным.

номинальный частичный вакуум; соотношение тактов; частота пульсации; камера управления

LOBOTKA J., ŠKULAVÍK L. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Theoretical Solution of the Pneumatic Pulsator*, Zem. technika 22 (3-4) : 165-175, 1976.

On the basis of the results of study it is possible to state that the pulse ratio is the following function:  $\delta = f(p_b, p_n, p_1, p_2, n, \kappa)$ . With the raising nominal vacuum the pulse ratio increases — in accordance with the information given by other authors. With the raising nominal vacuum the frequency of pulsation decreases. The theoretical calculations of the pulse ratio and the changes of the frequency of pulsation are in accordance with the experimental results.

nominal vacuum; pulse ratio; frequency of pulsation; regulating chamber

LOBOTKA J., ŠKULAVÍK L. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Theoretische Lösung des pneumatischen Pulsators*. Zem. technika 22 (3-4) : 165-175, 1976.

Aufgründ der Ergebnisse des Aufsatzes kann man aufführen, daß das Taktverhältnis eine Funktion:  $\delta = f(p_b, p_n, p_1, p_2, n, \kappa)$  darstellt. Mit dem Ansteigen des nominalen Unterdruckes wird das Taktverhältnis vergrößert, was in Übereinstimmung mit den Erkenntnissen übriger Verfasser ist. Mit der Steigerung des nominalen Unterdruckes nimmt die Pulsfrequenz ab. Die theoretische Berechnung des Taktverhältnisses und der Änderung der Pulsfrequenz steht im Einklang mit den Experimentalergebnissen.

nominaler Unterdruck; Taktverhältnis; Pulsfrequenz; Steuerkammer

---

### Adresa autorov:

Doc. ing. Jozef Lobotka, CSc., prom. ped. Ladislav Škulavík, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

Časopis Zemědělská technika uveřejňuje původní vědecké práce a v rubrikách práce kompilačního charakteru, poskytující ucelený pohled na současný stav určité problematiky.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora, že práce nebyla publikována jinde. U každé práce je třeba uvést číslo a název výzkumného úkolu, z něhož práce vychází.

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

#### **RUKOPISY MUSÍ VYHOVOVAT TĚMTO PODMÍNKÁM:**

1. Úprava rukopisu musí odpovídat ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery, ne perličkový typ). Texty k obrázkům jsou na zvláštním listě. Tabulky se číslují římskými číslicemi, obrázky arabskými číslicemi.

Původní práce nemají přesahovat (včetně tabulek a obrázků) rozsah 15 stran rukopisu.

2. Rukopis původní práce má zpravidla tyto části:

- a) **Název práce** – výstižný a stručný (nemá přesahovat 85 úhozů)
- b) **Jména autorů** – zkratka křestního jména, příjmení
- c) **Pracoviště** – plný úřední název se sídelním místem
- d) **Souhrn** – má být nekritický informační výběr významného obsahu a závěru článku
- e) **Klíčová slova** – připojí se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které vystihuje téma při bibliografickém zařazování práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malými písmeny a oddělují se středníkem. Nemá jich být méně než tři a více než dvanáct
- f) **Úvodní stať** – krátké odůvodnění práce a stav studované otázky
- g) **Metodika** – uvede se objekt výzkumu nebo studia. Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní. Popis metody by měl umožnit, aby se podle něho mohl použitý pracovní postup opakovat
- h) **Vlastní práce** – má obsahovat jak teoretické řešení, tak i experimentální vyšetření a konfrontaci výsledků teoretických a experimentálních
- i) **Diskuse** – zhodnocení zjištěných výsledků
- j) **Závěr** – stručné shrnutí poznatků, ekonomické hodnocení a návrh na další využití
- k) **Literatura** – musí odpovídat ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu
- l) **Adresa autora (autorů)** – plné jméno, akademické, vědecké a pedagogické tituly, podrobná adresa pracoviště s PSČ

# STANOVENIE KINEMATICKÝCH POMEROV PRIESTOROVÉHO ŽACIEHO MECHANIZMU OBILNÉHO KOMBAJNU SK-4

P. Sklenka, J. Ležák, B. Procházka

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

SKLENKA P., LEŽÁK J., PROCHÁZKA B. *Stanovenie kinematických pomerov priestorového mechanizmu obilného kombajnu SK-4*. Zem. technika 22 (3-4) : 177-188, 1976.

Porovnanie priebehov hodnôt dráhy, rýchlosti a zrýchlenia získaných teoretickou analýzou daného priestorového žacieho mechanizmu obilného kombajnu SK-4, s priebehom hodnôt tých istých kinematických veličín získaných vyhodnotením meraní indukčným snímačom dráhy dokazuje malými odchýlkami správnosť volenej metódy tak teoretického rozboru problematiky, ako aj postupu a vyhodnotenia meraní. Získané výsledky môžu slúžiť ako podklad pre stanovenie dynamických pomerov riešeného mechanizmu. Vzťahy vyjadrujúce kinematické pomery priestorového žacieho mechanizmu zahrňujú vplyv rozmerov jednotlivých jeho funkčných členov a môžu teda slúžiť ako podklad pre stavbu nových typov funkčných mechanizmov.

žacie mechanizmy; kinematický rozbor; kombajn SK-4

K hlavným problémom zvyšovania výkonnosti a prevádzkovej spoľahlivosti zberových strojov patrí aj stanovenie kinematických pomerov žacích mechanizmov v závislosti od rozmerov ich funkčných členov.

Doposiaľ najpoužívanším typom je kľukový žací mechanizmus rovinný, alebo priestorový. Dostatočne podrobne sú už preskúmané pracovné pomery rovinných žacích mechanizmov. Základy teórie práce týchto mechanizmov postavil akademik Gorjačkin (1965). Kinematikou centrického kľukového mechanizmu sa z našich autorov zaoberal napr. Gonda (1966), Šesták (1969) a iní.

Na základe uvedených prác bol stanovený vzťah pre jednu zo základných veličín, charakterizujúcich kinematické pomery rovinného kľukového žacieho mechanizmu — zrýchlenie noža v závislosti od rozmerov jeho funkčných členov:

$$a = \omega^2 (\cos \varphi + \varkappa \cdot \cos 2\varphi) + \varepsilon \left( \sin \varphi + \frac{\varkappa}{2} \cdot \sin 2\varphi \right) \quad (1)$$

kde:  $\varkappa = \frac{r}{l}$

- $r$  — polomer kľuky
- $l$  — dĺžka ojnice
- $\varphi$  — uhol pootočenia kľuky
- $\omega$  — uhlová rýchlosť
- $\varepsilon$  — uhlové zrýchlenie

V predloženej publikácii sa zaoberáme stanovením týchto závislostí pre priestorový žací mechanizmus zberacej mlátačky SK-4 a ich porovnaním s teoreticky odvodenými vzťahmi.

## MATERIÁL A METÓDA

Úlohou meraní bolo stanoviť priebeh dráhy, rýchlosti a zrýchlenia noža vyššie uvedeného priestorového žacieho mechanizmu pre jednotlivé hodnoty frekvencie otáčok kľuky a porovnanie nameraných hodnôt s hodnotami získanými teoretickou analýzou.

Frekvencia otáčok kľuky bola menená v rozsahu od  $450$  do  $800 \text{ min}^{-1}$  vždy po  $50 \text{ min}^{-1}$ .

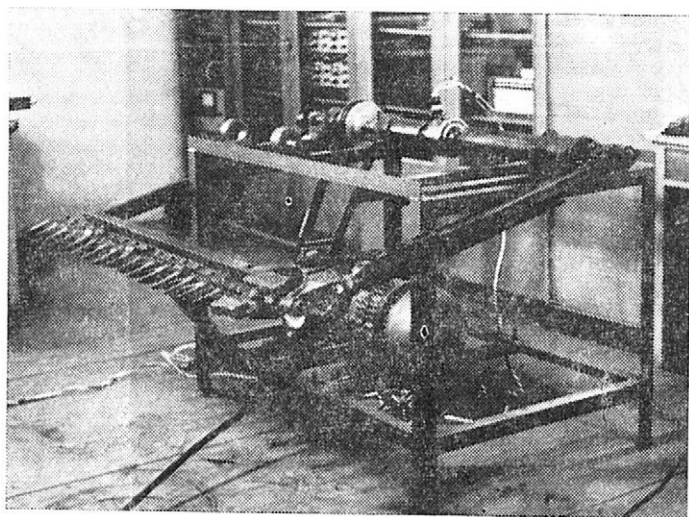
Dráha noža  $x_E = f(t)$  bola snímaná indukčným snímačom dráhy IWT-402 a registrovaná po zosilnení signálu univerzálnym meracím prístrojom UM-111 pomocou oscilografu N-115.

Priebeh rýchlosti  $v_E$  a zrýchlenia noža  $a_E$  sme získali grafickou deriváciou oscilogramov.

Namerané hodnoty sme porovnali s hodnotami získanými teoretickou analýzou (Sklenka, 1974).

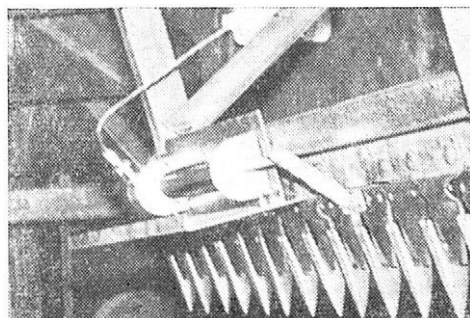
Cieľom práce je porovnanie rozdielov medzi nameranými a vypočítanými hodnotami priebehov dráhy, rýchlosti a zrýchlenia noža a poukázanie na vplyv rozmerov funkčných členov mechanizmu na jeho kinematické pomery z hľadiska stavby nových typov funkčných mechanizmov.

Merania boli robené na funkčnom modeli, pre stavbu ktorého boli použité časti zo žacieho mechanizmu zberacej mlátačky SK-4: kľuka s ojnicou, prstový nosník a žací nôž. Prstový nosník a nôž boli skrátené na dĺžku obsahujúcu 15 funkčných nožíkov, t.j. celková dĺžka bola 1143 mm. Na pohon bol použitý elektromotor s variátorom na menenie frekvencie otáčok kľuky (obr. 1).

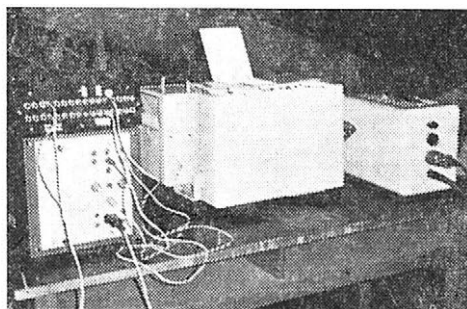


1. Elektromotor s variátorom

Na registráciu priebehu dráhy noža bol použitý indukčný snímač IWT-402, univerzálny merací prístroj UM-111 a oscilograf N-115 (obr. 2, 3). Pevná časť indukčného snímača bola pripevnená na ráme funkčného modelu a pohyblivá časť bola pevne spojená s nožom žacieho mechanizmu.



2. Registrácia priebehu dráhy noža



3. Prístroje pre registráciu priebehu dráhy noža

## VYSLEDKY A ICH ZHODNOTENIE

Zo známych oscilogramov priebehu dráhy  $x_E = f(t)$  sme urobili grafickú deriváciu tejto funkcie približnou „zrkadlovou“ metódou. Bol zistený polygón rýchlosti a zrýchlenia noža žacieho mechanizmu v priebehu jedného poľného experimentálneho cyklu (obr. 4–7).

Keď je daná funkčná závislosť dráhy noža od času rovnicou

$$x_E = f(t) \quad (2)$$

môžeme určiť zobrazovaciu rovnicu pre os času:

$$\xi = a \cdot t \quad (3)$$

kde:  $a$  — modul pre os času

pre os dráhy:

$$\eta = \beta \cdot x_E \quad (4)$$

kde:  $\beta$  — modul pre os dráhy

Použitím zobrazovacích rovníc môžeme kinematickú závislosť (4) prepísať na tvar:

$$\eta = \beta \cdot f\left(\frac{\xi}{a}\right) \quad (5)$$

Diferencovaním ďalej dostaneme:

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \frac{\beta}{a} f'\left(\frac{\xi}{a}\right) \quad (6)$$

potom:

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \frac{\overline{AB}}{\overline{OP_1}} = \frac{\beta}{a} f'\left(\frac{\xi}{a}\right) \quad (7)$$

a teda úsek na osi rýchlosti:

$$\overline{AB} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \delta_1 \cdot f'(t) = \gamma \cdot v_E = \sigma \quad (8)$$

kde:  $\overline{OP}_1 = \delta_1$  — pólová vzdialenosť  
 $\gamma$  — modul pre os rýchlosti

Druhým diferencovaním dostaneme:

$$\frac{d\sigma}{d\xi} = \frac{\overline{CD}}{\overline{OP}_2} = \frac{\beta}{\alpha^2} \delta_1 \cdot f''\left(\frac{\xi}{\alpha}\right) \quad (9)$$

potom úsek na osi zrýchlenia je:

$$\overline{CD} = \frac{\beta}{\alpha^2} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot f''(t) = \psi \cdot a_E = \varphi_1 \quad (10)$$

kde:  $\delta_2 = \overline{OP}_2$  — pólová vzdialenosť  
 $\psi$  — modul pre os zrýchlenia

V pokusných podmienkach bude:

Rýchlosť registra oscilografu bola volená pre funkcie otáčok 450, 500, 550 a 600 ot min<sup>-1</sup>  $v_{pap} = 250$  mm s<sup>-1</sup> a pre frekvencie otáčok 650, 700, 750 a 800 ot min<sup>-1</sup>  $v_{pap} = 500$  mm s<sup>-1</sup> za účelom získania čo najčitateľnejších oscilogramov.

Pre rýchlosť registra  $v_{pap} = 250$  mm s<sup>-1</sup> bude z predchádzajúceho platiť:

Zobrazovacie rovnice pre priebeh dráhy  $x_E = f(t)$  sú:

$$\begin{aligned} \xi &= \alpha \cdot t \\ \eta &= \beta \cdot x_E \end{aligned}$$

kde:  $\alpha = 250$  mm s<sup>-1</sup>  
 $\beta = 0,368$

Zobrazovacie rovnice pre priebeh rýchlosti  $v_E$  sú:

$$\begin{aligned} \xi &= \alpha \cdot t \\ \sigma &= \gamma \cdot v_E \end{aligned}$$

kde:  $\gamma = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \delta_1$   
 $\delta_1 = 10$  mm

potom  $\gamma = 0,0147$  s

Zobrazovacie rovnice pre priebeh zrýchlenia  $a_E$  sú:

$$\begin{aligned} \xi &= \alpha \cdot t \\ \varphi_1 &= \psi \cdot a_E \end{aligned}$$

kde:  $\psi = \frac{\beta}{\alpha^2} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2$   
 $\delta_2 = 5$  mm  
 $\psi = 0,000294$  s<sup>2</sup>

Pre rýchlosť registra  $v_{pap} = 500 \text{ mm s}^{-1}$  bude analogicky platiť pre jednotlivé moduly:

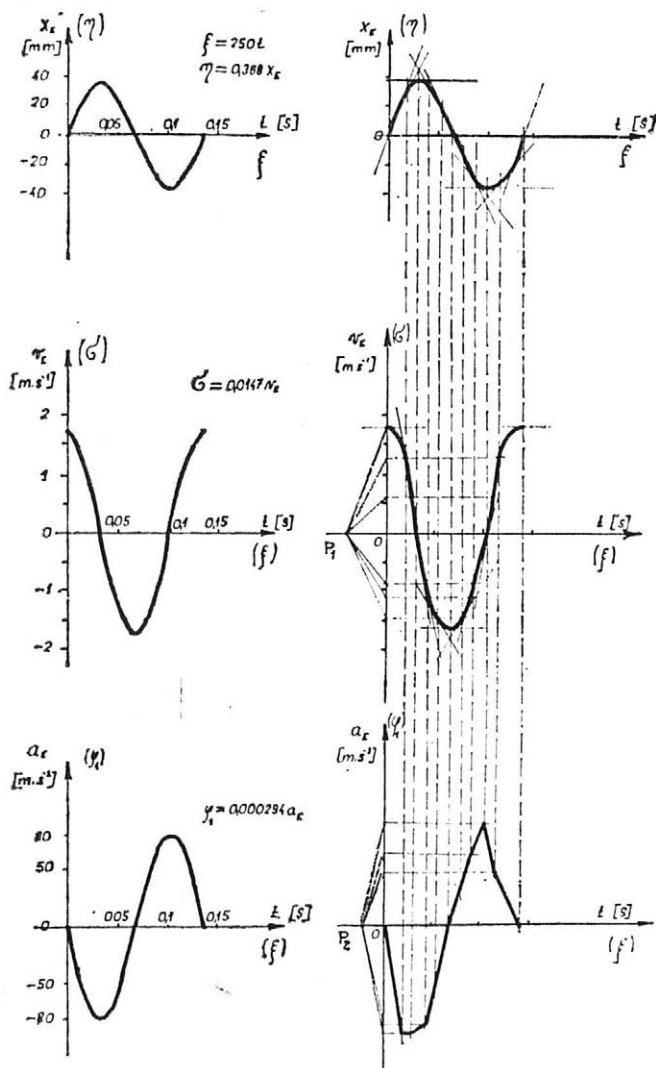
$$\alpha = 500 \text{ mm s}^{-1} \quad \beta = 0,368 \text{ mm mm}^{-1}$$

$$\gamma = 0,01104 \text{ s}; \quad \psi = 0,00015 \text{ s}^2$$

ak volíme  $\delta_1 = 15 \text{ mm}$  a  $\delta_2 = 7 \text{ mm}$

Vyznačené derivačné čiary pre rýchlosť a zrýchlenie noža žacieho mechanizmu sú nakreslené na obr. 3 až 7. Sledované hodnoty jednotlivých závislostí sú uvedené v tab. I.

a) ZISTENÝ TEORET. VÝPOČTOM b) ZISTENÝ Z PRAKT. MERANÍ



4. Priebeh dráhy, rýchlosti a zrýchlenia —  $n_k = 450 \text{ min}^{-1}$

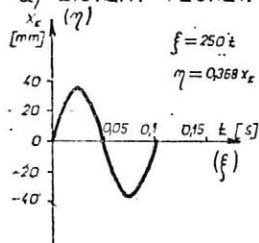


I. Teoreticky stanovené hodnoty veličin charakterizujících kinematické poměry žacího mechanismu obilného kombajnu SK-4

|           |       | 0°      | 15°        | 30°         | 45°         | 60°         | 75°         | 90°         |
|-----------|-------|---------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | $x_E$ | —       | 9,15       | 17,88       | 25,48       | 31,44       | 35,20       | 36,50       |
| $n = 450$ | $t$   | —       | 0,0055     | 0,0110      | 0,0165      | 0,0220      | 0,0275      | 0,0340      |
|           | $v$   | 1719,45 | 1 660,81   | 1 489,04    | 1 215,82    | 859,72      | 444,99      | —           |
|           | $a$   | —       | —20 968,86 | — 40 511,71 | — 57 291,66 | — 70 166,29 | — 78 260,53 | — 81 023,43 |
| $n = 600$ | $t$   | —       | 0,0041     | 0,0083      | 0,0125      | 0,0166      | 0,0208      | 0,0249      |
|           | $v$   | 2292,60 | 2 214,42   | 1 985,39    | 1 621,09    | 1 146,30    | 593,32      | —           |
|           | $a$   | —       | —37 277,99 | — 72 020,85 | —101 851,88 | —124 740,11 | —139 129,87 | —144 041,70 |
| $n = 650$ | $t$   | —       | 0,0038     | 0,0076      | 0,0115      | 0,0153      | 0,0192      | 0,0230      |
|           | $v$   | 2483,65 | 2 398,95   | 2 150,84    | 1 756,18    | 1 241,82    | 642,76      | —           |
|           | $a$   | —       | —43 743,46 | — 84 512,10 | —119 517,01 | —146 374,95 | —163 260,47 | —169 024,20 |
| $n = 800$ | $t$   | —       | 0,0031     | 0,0062      | 0,0093      | 0,0125      | 0,0156      | 0,0187      |
|           | $v$   | 3056,80 | 2 952,56   | 2 647,18    | 2 161,46    | 1 528,40    | 791,09      | —           |
|           | $a$   | —       | —66 271,69 | —128 036,50 | —181 069,21 | —221 759,21 | —247 340,91 | —256 073,00 |

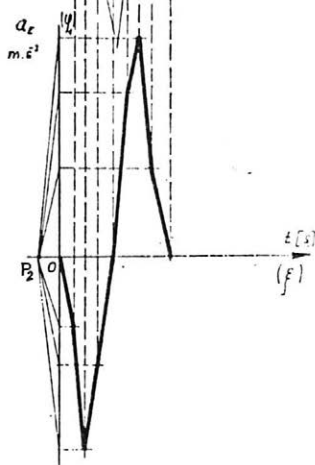
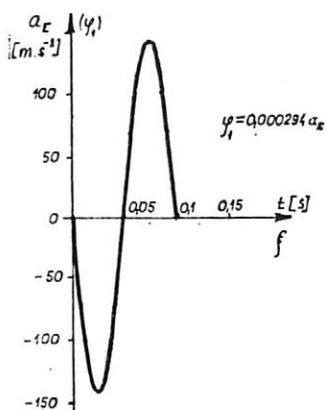
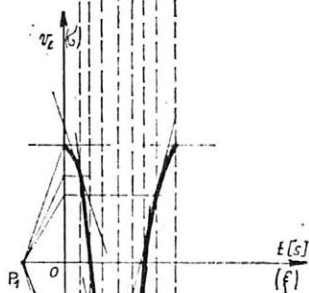
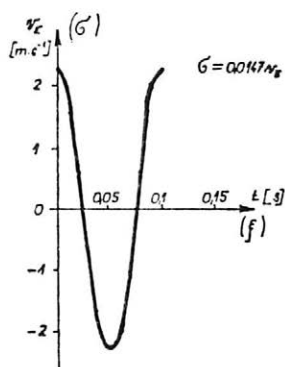
|           |     | 105°        | 120°        | 135°        | 150°        | 165°       | 180°      |
|-----------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|
|           |     | 35,20       | 31,44       | 25,48       | 17,88       | 9,15       | —         |
| $n = 450$ | $t$ | 0,0385      | 0,0440      | 0,0495      | 0,0550      | 0,0605     | 0,0670    |
|           | $v$ | -444,99     | -859,72     | -1 215,82   | -1 489,04   | -1 660,81  | -1 719,45 |
|           | $a$ | -78 260,53  | -70 166,29  | -57 291,66  | -40 511,71  | -20 968,85 | —         |
| $n = 600$ | $t$ | 0,0291      | 0,0333      | 0,0374      | 0,0416      | 0,0458     | 0,0499    |
|           | $v$ | -593,32     | -1 146,30   | -1 621,09   | -1 985,39   | -2 214,42  | -2 292,60 |
|           | $a$ | -139 129,87 | -124 740,11 | -101 851,88 | -72 020,85  | -37 277,99 | —         |
| $n = 650$ | $t$ | 0,0269      | 0,0307      | 0,0346      | 0,0384      | 0,0423     | 0,0461    |
|           | $v$ | -642,76     | -1 241,82   | -1 756,18   | -2 150,84   | -2 398,95  | -2 483,65 |
|           | $a$ | -163 260,4  | -146 374,95 | -119 517,01 | -84 512,10  | -43 743,46 | —         |
| $n = 800$ | $t$ | 0,0218      | 0,0250      | 0,0281      | 0,0312      | 0,0343     | 0,0375    |
|           | $v$ | -791,09     | -1 528,40   | -2 161,46   | -2 647,18   | -2 952,56  | -3 056,80 |
|           | $a$ | -24 734,91  | -221 759,21 | -181 069,21 | -128 036,50 | -66 271,69 | —         |

a) ZISTENÝ TEORET. VÝP.



b) ZISTENÝ Z PRAKT. MERANÍ

5. Priebeh dráhy, rýchlosti a zrýchlenia —  
 $n_k = 600 \text{ min}^{-1}$



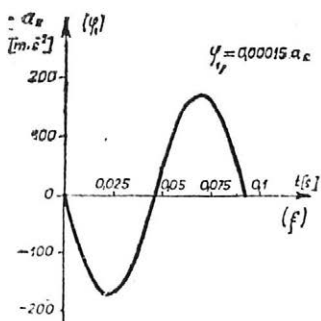
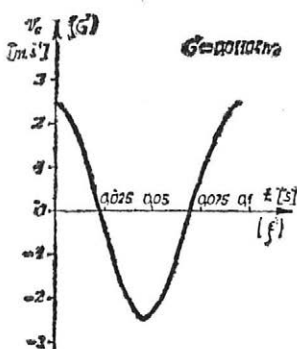
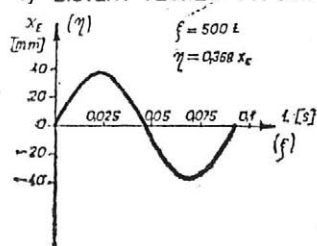
II. Modul pre os času, uhol pootočenia kľuky a hodnoty dráhy noža

| $\alpha^\circ$  | 0  | 15     | 30     | 45     | 60      | 75      |
|-----------------|----|--------|--------|--------|---------|---------|
| $\varphi^\circ$ | 90 | 93°30' | 96°35' | 99°35' | 102°05' | 103°25' |
| $\varrho^\circ$ | 0  | 3°30'  | 6°50'  | 9°35'  | 12°05'  | 13°25'  |
| $x_E$ mm        | 0  | 9,15   | 17,88  | 25,48  | 31,44   | 35,20   |

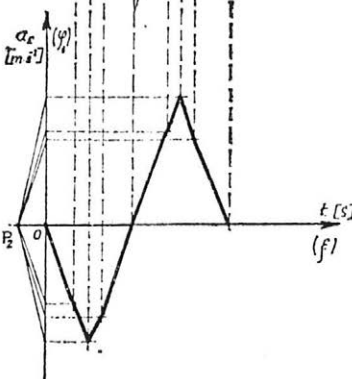
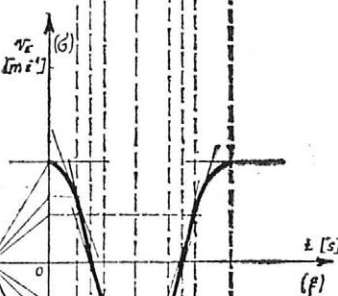
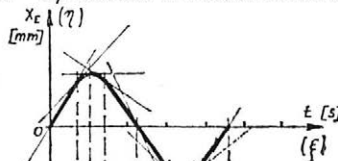
Hodnoty dráhy  $x_E$ , rychlosti  $v_E$  a zrychlenia  $a_E$  noža boli počítané z nasledujúcich vzťahov teoretickej analýzy:

$$x_E = A \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{30} \cdot t\right) \quad (11)$$

a) ZISTENÝ TEORET. VÝPOČTOM



b) ZISTENÝ Z PRAKT. MERANÍ



6. Priebeh dráhy, rýchlosti a zrychlenia →  
 $n_k = 650 \text{ min}^{-1}$

|         |         |         |        |        |        |     |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-----|
| 90      | 105     | 120     | 135    | 150    | 165    | 180 |
| 104°05' | 103°25' | 102°05' | 99°35' | 96°50' | 93°30' | 90  |
| 14°05'  | 13°25'  | 12°05'  | 9°35'  | 6°50'  | 3°30'  | 0   |
| 38,10   | 35,20   | 31,44   | 25,48  | 17,88  | 9,15   | 0   |

$$v_E = A \cdot \frac{\pi n}{30} \cdot \cos\left(\frac{\pi n}{30} \cdot t\right) \quad (12)$$

$$a_E = -\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \cdot A \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{30} \cdot t\right) \quad (13)$$

$$\text{kde: } A = \frac{o \cdot R^2 - (o^2 + r^2) \cdot R}{r^2 + (o - R)^2} - m + \sqrt{m^2 - r^2 + r \sqrt{r^2 - \frac{o \cdot R^2 - (o^2 + r^2) \cdot R}{r^2 + (o - R)^2}}}$$

$o$  — osová vzdialenosť stredov otáčania kľuky a vahadla

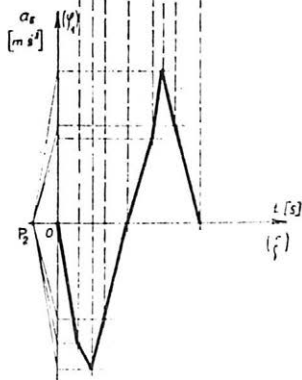
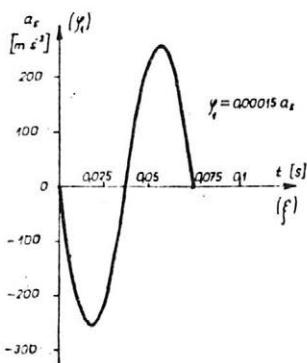
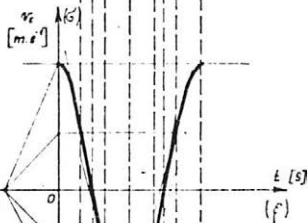
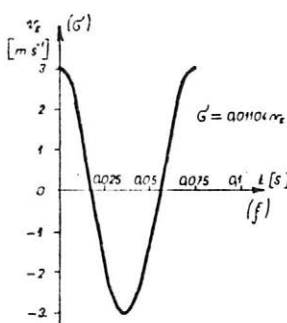
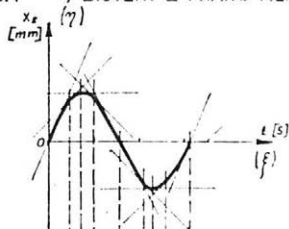
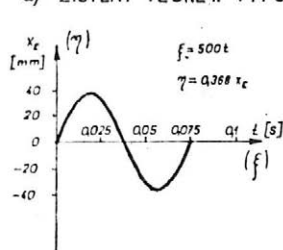
$r$  — polomer vahadla

$R$  — polomer kľuky

$m$  — dĺžka ojníčky (obr. 8)

a) ZISTENÝ TEORET. VÝPOČTOM

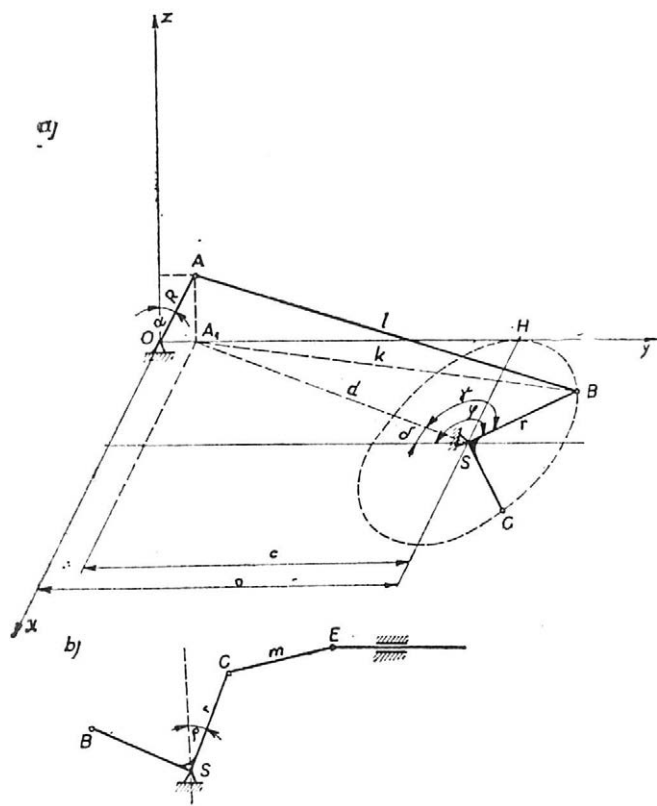
b) ZISTENÝ Z PRAKT. MERANÍ



7. Priebeh dráhy, rýchlosti a zrýchlenia —  
 $n_k = 800 \text{ min}^{-1}$

Tieto hodnoty boli vypočítané vždy pre polovicu kmitu. Vypočítané hodnoty spolu s hodnotami zistenými experimentálne sú v tab. II.

Za účelom možnosti porovnania rozdielov v nameraných a vypočítaných hodnotách sme narysovali grafické priebehy dráhy, rýchlosti a zrýchlenia, uvedené na obr. 4 až 8.



8. Schéma a) priestorovej, b) rovinnej časti žacieho mechanizmu kombajnu SK-4

## ZÁVER

Na základe porovnania nameraných hodnôt s hodnotami vypočítanými možno konštatovať, že ich rozdiely sú vzhľadom na presnosť merania malé. Je preto možné pre výpočet dráhy, rýchlosti a zrýchlenia použiť vzťahy (11), (12), (13), ktoré zohľadňujú vplyv rozmerov jednotlivých funkčných členov daného mechanizmu na jeho kinematické pomery.

Takto vypočítané hodnoty sa dajú potom využiť pri skúmaní dynamických pomerov žacieho mechanizmu a môžu tiež slúžiť ako základné vzťahy pre teoretický návrh nových typov žacích mechanizmov.

## Literatúra

- GONDA, J.: Dynamika pre inžinierov. Bratislava, VSAV 1966.  
 GORJACKIN, V. P.: Sobranije sočinenija. Kolos, Moskva, 1965, s. 714; tom III, s. 381.  
 SKLENKA, P.: [Kandidátska dizertačná práca.] Nitra 1974. — Vysoká škola poľnohospodárska.  
 ŠESTÁK, J.: Technická mechanika III — Dynamika. Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska. 1969.

СКЛЕНКА П., ЛЕЖАК Й., ПРОХАЗКА Б. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). *Определение кинематических режимов пространственного жатвенного механизма у зернового комбайна СК-4*. Zem. technika 22 (3-4) : 177-188, 1976.

Сравнение кривых показателей пути, скорости и ускорения, полученных путем теоретического анализа данного пространственного механизма зернового комбайна СК-4, с кривой показателей данных кинематических величин, полученных путем оценки измерения индукционным датчиком пути, доказывает с небольшими отклонениями правильность избранного метода такого теоретического анализа проблематики, каким является процесс и оценка измерения. Полученные результаты могут служить в качестве основания для определения динамических условий сконструированного механизма. Отношения выражающие кинематические условия пространственного жатвенного механизма включают влияние размеров его отдельных действующих органов и, следовательно, могут служить в качестве основания для построения новых типов действующих механизмов.

жатвенные механизмы; кинематический анализ; комбайн СК-4

SKLENKA P., LEŽÁK J., PROCHÁZKA B. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Fixing Kinematic Relations of the Spatial Reaping Mechanism of the SK-4 Harvester-Thresher*. Zem. technika 22 (3-4) : 177-188, 1976.

The comparison of the course of the values of the path, velocity and acceleration, gained by the theoretical analysis of the given spatial reaping mechanism of harvester-thresher SK-4, with the course of the values of the same kinematic quantities, gained by the evaluation of the measurement by the induction path indicator, proves — because of small deviations — the correctness both of the chosen method of the theoretical analysis of the problem and of the procedure and evaluation of the measurements. The gained results can serve as a basis for determining the dynamic ratios of the mechanism. The relations expressing the kinematic ratios of the spatial reaping mechanism include the influence of its functional members and can therefore serve as a basis for the construction of new types of functional mechanisms.

reaping mechanisms; kinematic analysis; harvester-thresher SK-4

SKLENKA P., LEŽÁK J., PROCHÁZKA B. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Bestimmung der kinematischen Verhältnisse des Raummähwerkes am Mähdrescher SK-4*. Zem. technika 22 (3-4) : 177-188, 1976.

Der Vergleich von Verläufen der durch theoretische Analyse des gegebenen Raummähwerkes des Mähdreschers SK-4 erzielten Werte der Strecke, Geschwindigkeit und Beschleunigung zu dem Verlauf der durch Auswertung der Messungen mit dem induktiven Streckengeber erzielten Werte derselben kinematischen Größen weist durch geringe Abweichungen die Richtigkeit der gewählten Methode sowohl der theoretischen Analyse der Problematik als auch des Verfahrens und Auswertung der Messung nach. Die erzielten Ergebnisse können als Unterlage für die Bestimmung von dynamischen Verhältnissen des zu lösenden Mechanismus dienen. Die Beziehungen, die kinematische Verhältnisse des Raummähwerkes darstellen, schließen den Einfluß der Abmessungen seiner einzelnen Funktionselemente ein und können also als Unterlage für den Bau neuer Typen von Funktionsmechanismen dienen.

Mähmechanismen; kinematische Analyse; Mähdrescher SK-4

---

Adresa autorov:

Ing. Peter Sklenka, prom. fyz. Ján Ležák, doc. ing. Bohumil Procházka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

# OVERENIE HYDROSTATICKÉHO POHONU ŽACIEHO STROJA ŽB-183 V PREVÁDZKOVÝCH PODMIENKACH

I. Petranský, Š. Drabant, G. Ryban, I. Šoka

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

PETRANSKÝ J., DRABANT Š., RYBAN G., ŠOKA I. *Overenie hydrostatického pohonu žacieho stroja ŽB-183 v prevádzkových podmienkach*. Zem. technika 22 (3-4) : 189-196, 1976.

Prevádzkove sme merali hydrostatický pohon žacieho trávneho stroja ŽB-183 navrhnutého na katedre motorov a traktorov VŠP v Nitre. V práci sú opísané: použitá meracia technika a spôsoby merania sledovaných veličín, vyhodnotenie meraných veličín, grafické spracovanie a zhodnotenie dosiahnutých výsledkov.

hydrostatický pohon; hydrogenerátor; hydromotor; tlak; žací trávny stroj

---

Prenos energie z energetického zdroja na jednotlivé pracovné mechanizmy poľnohospodárskych strojov sa môže uskutočňovať mechanickým, elektrickým, pneumatickým a hydraulickým pohonom.

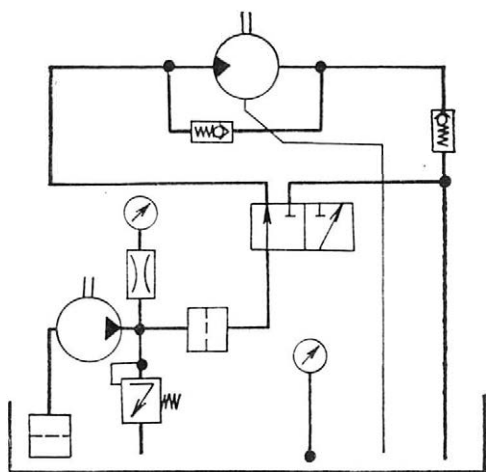
Posledným z uvažovaných prenosov energie je hydrostatický prenos, vyznačujúci sa výhodnými všeobecne známymi vlastnosťami. V mnohých prípadoch tieto výhodné vlastnosti radia hydrostatické pohony z hľadiska vhodnosti použitia na prvé miesto.

V predĺženom príspevku sú uvedené dosiahnuté výsledky a ich zhodnotenie z overovacích skúšok hydrostatického pohonu žacieho trávneho stroja ŽB-183 v prevádzkových podmienkach. Hydrostatický pohon pre uvedený žací trávny stroj bol navrhnutý a odskúšaný na katedre motorov a traktorov VŠP v Nitre.

## METÓDY

Prevádzkové meranie hydrostatického pohonu žacieho trávneho stroja ŽB-183 sme uskutočnili za účelom posúdenia navrhnutého obvodu, a to z hľadiska stredných, minimálnych a maximálnych tlakov pri rôznych otáčkach hydromotora a rôznych pojazdových rýchlostiach. Prevádzkovým meraniam prechádzal návrh hydrostatického pohonu uskutočnený na základe energetických meraní a laboratórne overenie, ktoré bolo úspešné.





1. Hydrostatický pohon žacieho trávneho stroja ŽB-183

čističe. V nasávacej vetve sací je kôš SK 32 a v tlakovej vetve čistič FG 11/1-AZL. Pre kontrolu pracovného tlaku je na výstupe hydrogenerátora cez tlmiaci ventil napojený tlakomer. Teplota pracovnej kvapaliny je kontrolovaná ortuťovým teplomerom umiestneným v nádrži. Ako vodiče pracovnej kvapaliny sú použité vysokotlakové hadice.

**Sledované veličiny.** Ako hlavné veličiny sme sledovali tlak pracovnej kvapaliny na výstupe hydrogenerátora  $p_g$ , tlak na vstupe hydromotora  $p_{h1}$ , tlak na výstupe hydromotora  $p_{h2}$ , otáčky hydromotora  $n_h$ , otáčky piateho kola  $n_{5k}$  pre určenie pojazdovej rýchlosti agregátu  $v$ , otáčky vývodového hriadeľa  $n_{vh}$  pre určenie otáčok hydrogenerátora  $n_g$  a teoretickej rýchlosti agregátu  $v_t$ .

Ako doplňujúce údaje sme sledovali teplotu pracovnej kvapaliny  $t_o$ , čas  $t$ , potrebný na prejdienie meracieho úseku, šírku záberu  $B$ , priemerný počet stebiel na  $1 \text{ m}^2$ , stredný priemer stebiel vo výške rezu, strednú výšku rastlín, strednú vlhkosť celých rastlín, uhol sklonu pozemku, výnos zelenej hmoty z  $1 \text{ m}^2$  a teplotou vzduchu  $t_p$ .

**Použitie snímače.** Meranie tlaku a jeho zmien sme uskutočnili tenzometrickými tlakomermi prevedenia „TT“, ktoré vyrábajú ZPA Jino-nice.

Otáčky hydromotora sme merali prerušovačom. Impulzy počas merania boli registrované a čas merania sme získali elektrickými stopkami. Pre rýchle zistenie otáčok hriadeľa hydromotora sme použili tachodynamko K-5A1.

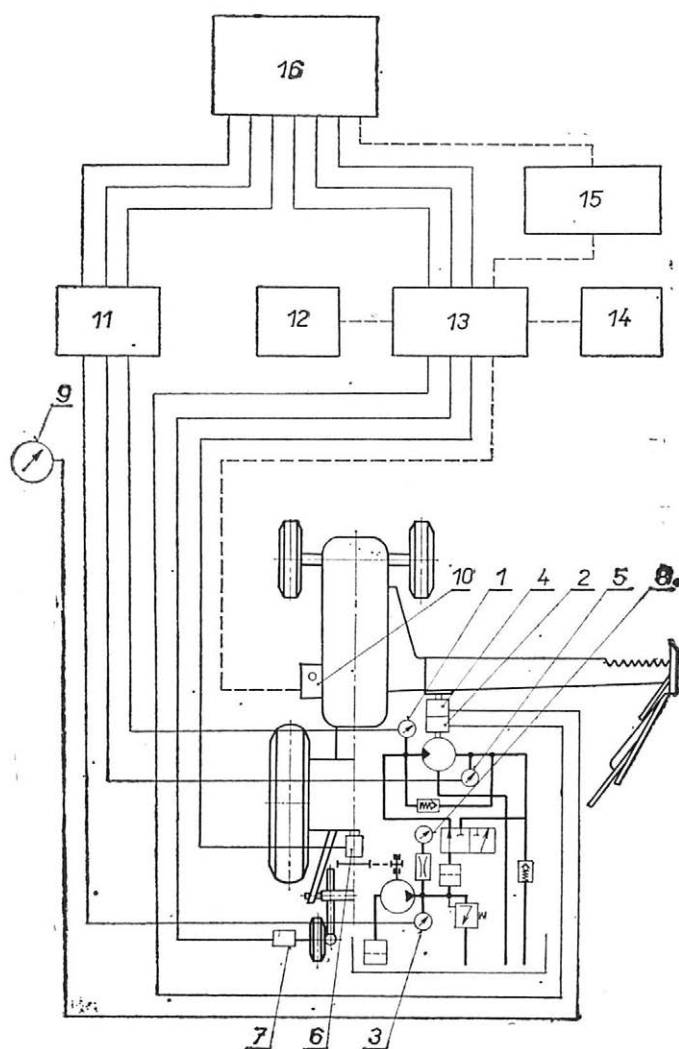
Teplotu pracovnej kvapaliny sme merali v nádrži ortuťovým teplomerom o rozsahu  $0-100^\circ\text{C}$ .

Experimentálne meranie rýchlosti sme uskutočnili pomocou piateho kola prichyteného k traktoru trojbodovým závesom.

Hydrostatický pohon použitý na pohon žacieho trávneho stroja ŽB-183 je znázornený na obr. 1. Hydrogenerátor ZC-16 je poháňaný od vývodového hriadeľa traktora cez reťazový prevod. Hydrostatický pohon proti preťaženiu a rázom, t. j. proti poškodeniu pohonu a žacieho trávneho stroja, je istený prepúšťacím ventilom VP2-10. Rozbeh a zastavenie hydromotora sa uskutočňuje ručne ovládaným rozvádzačom O 12.C-O, ktorý bol umiestnený v kabíne riadiča. Hydromotor AMK-12-7 je pružnou spojkou spojený priamo s hriadelom kľukového mechanizmu žacieho trávneho stroja. Medzi vstup a výstup hydromotora bol zaradený spätný ventil 513 VZJ-10-A. Pre dosiahnutie požadovanej čistoty pracovnej kvapaliny sú v nasávacej a v tlakovej vetve zaradené

Spôsob sledovania a registrácie meraných veličín. Okrem doplňujúcich údajov sme všetky sledované veličiny previedli na veličiny elektrické.

Ku kontinuálnemu záznamu zmien meraných veličín sme použili 14-stopý merací magnetofón TESLA EMM-140 v spojení so staticko-dynamickou aparátúrou TDA-6. Všetky použité prístroje boli umiestnené v meracom vozidle Praga V3S.



2. Spôsob zapojenia snímačov a meracích prístrojov pri meraní hydrostatického pohonu
- 1, 5, 3 – tenzometrické tlakomery
  - 2, 6, 7, – prerušovače impulsov
  - 4 – tachodynamko
  - 8 – ručičkový tlakomer
  - 9 – ručičkový prístroj
  - 10 – zariadenie na meranie spotreby paliva
  - 11 – staticko-dynamická aparátúra TDA-6
  - 12 – vypínač
  - 13 – skriňa diaľkového ovládania
  - 14 – zdroj elektrického prúdu
  - 15 – elektrický obvod pre vytvorenie časovej značky
  - 16 – merací magnetofón EMM-140

Spôsob zapojenia snímačov (staticko-dynamickej aparátúry TDA-6 a meracieho magnetofónu EMM-140) pri meraní hydrostatického pohonu je na obr. 2.

Rozbor podmienok pri meraní. Všetky merania mechanického a hydrostatického pohonu žacieho trávneho stroja ŽB-183

sme uskutočnili pri kosení lucernej sietej na JRD Branč s nasledujúcou špecifikáciou:

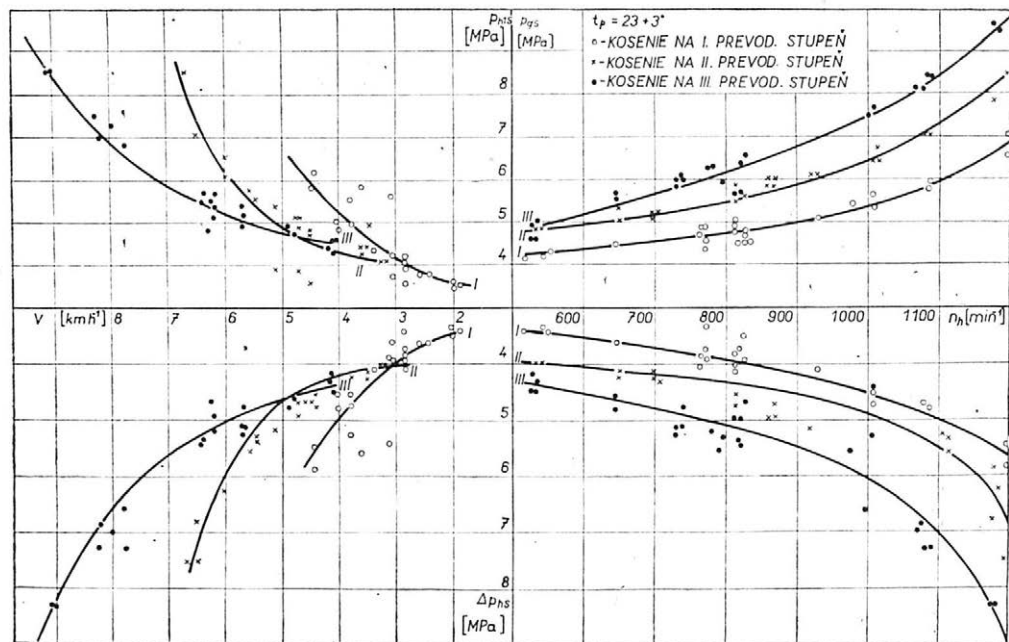
|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Porast                         | lucerna siata            |
| Stredná vlhkosť celých rastlín | 81 %                     |
| Výnos zelenej hmoty            | 2,4 kg m <sup>-2</sup>   |
| Priemerný počet stebiel        | 526 ks na m <sup>2</sup> |
| Stredná výška rastlín          | 800 mm                   |
| Stredná výška strniska         | 51 mm                    |
| Uhol sklonu pozemku            | 0°                       |

Meranie sa uskutočnilo pri rôznych konštantných otáčkach hriadeľa kľukového mechanizmu žacieho trávneho stroja. Otáčky hriadeľa boli približne nastavené na hodnoty 600; 700; 800; 900; 1000; 1100 min<sup>-1</sup>. Nastavovanie otáčok sa uskutočňovalo zmenou otáčok spalovacieho motora pri behu žacieho mechanizmu naprázdno. Merací úsek pre jedno meranie bol 75 m dlhý. Pred vlastným meraním pracoval žací trávny stroj 30 min.

## EXPERIMENTÁLNE OVERENIE

Magnetické záznamy časových priebehov meraných veličín sme spracovali pomocou automaticky ovládanej vyhodnocovacej linky.

Priemerné hodnoty sme získali jednoučelovým malým počítačom PAW, ktorý v spojení s dierovačom Kienzel vydieruje potrebné údaje pre vstup do samočinného počítača.

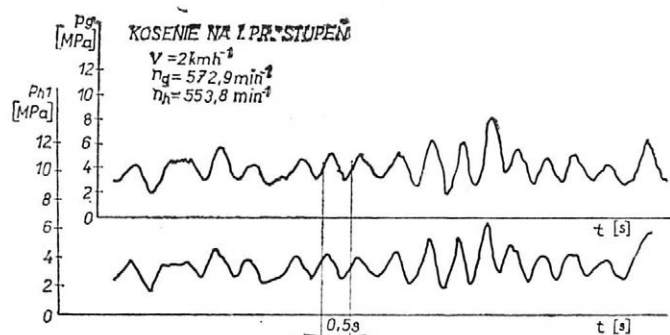


3. Grafické znázornenie závislostí  $p_{gs} = f(n_h)$ ;  $\Delta p_{hs} = f(n_h)$ ;  $\Delta p_{hs} = f(v)$ ;  $p_{hls} = f(v)$  pri behu žacieho trávneho stroja pri kosení na I.; II. a III. prevodovom stupni

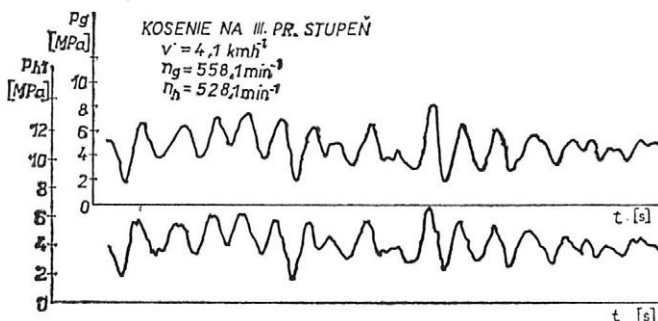
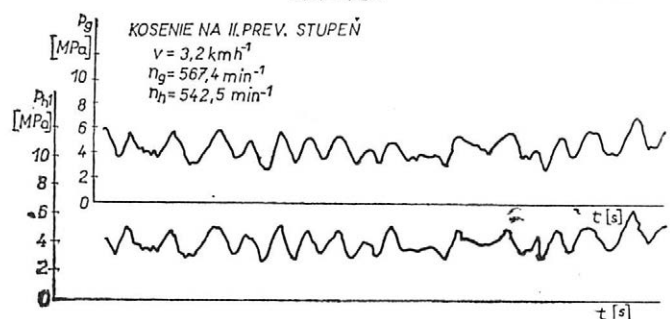
Grafické záznamy časových priebehov meraných veličín sme získali oscilografom.

Jednotlivé funkčné závislosti boli spracované na počítači MSP-2A. Grafické vyjadrenie meraných a vypočítaných hodnôt sme uskutočnili na súradnicovom zapisovači Benson-Lehner 3341.

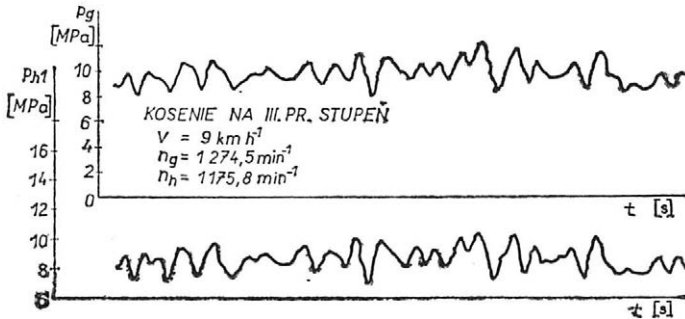
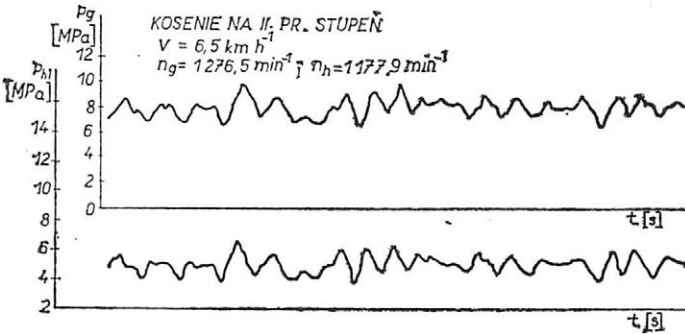
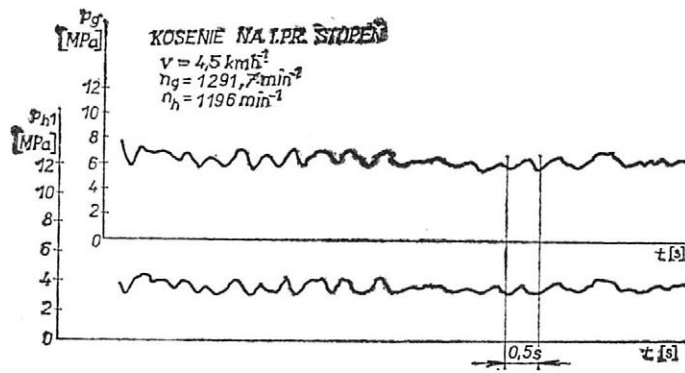
Zo stredných nameraných a vypočítaných veličín sme vyjadrili nasledujúce závislosti:  $p_g = f(n_h)$ ;  $\Delta p_{hs} = f(n_h)$ ;  $\Delta p_{hs} = f(v)$ ;  $p_{hls} = f(v)$ .



4. Časové priebehy tlakov  $p_g$  a  $p_{hls}$



Uvedené závislosti pri behu žacieho trávneho stroja pri kosení na I., II. a III. prevodovom stupni sú znázornené na obr. 3. Na obr. 4 a 5 sú znázornené priebehy  $p_g$  a  $p_{hls}$  v závislosti od času pre rôzne konštantné otáčky hydrogenerátora pri kosení na I., II. a III. prevodovom stupni.



## DISKUSIA A ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Ako vyplýva z časových priebehov tlakov (obr. 4, 5) zväčšovanie amplitúdy tlakov  $p_g$  a  $p_{hl}$  je možné pozorovať pri zväčšovaní rezných odporov, ktoré závisia od množstva rezaného materiálu. Maximálne tlaky boli dosiahnuté pri kosení na tretí prevodový stupeň a pri otáčkach hydromotora  $1175,8 \text{ min}^{-1}$ . Maximálny tlak na výstupe hydrogenerátora pri tomto režime práce dosiahol hodnotu  $12 \text{ MPa}$ , čo je  $71\%$  z tlaku, ktorý je nastavený na prepúšťacom ventile.

Z obr. 3 vyplýva, že stredný tlak  $p_{gs}$  a  $\Delta p_{hs}$  narastajú v závislosti od otáčok  $n_h$  a od zaradeného prevodového stupňa. Pri konštantných otáčkach  $n_h$  je možné meniť pojazďový rýchlosť agregátu zmenou prevodového stupňa a tak meniť rezné odpory, od ktorých priamo závisí hodnota tlakov. Maximálne stredné tlaky v hydrostatickom pohone boli dosiahnuté na výstupe hydrogenerátora pri otáčkach hydromotora  $1200 \text{ min}^{-1}$ . Na I. prevodový stupeň  $p_{gs} = 6,9 \text{ MPa}$ , čo je  $41\%$  z nastaveného tlaku, na II.

prevodový stupeň  $p_{gs} = 8,6$  MPa, čo je 51 % z nastaveného tlaku a na III. prevodový stupeň  $p_{gs} = 9,8$  MPa, čo je 58 % z nastaveného tlaku na prepúšťacom ventile. Je vidieť, že hydrostatický pohon, ktorý sme navrhli, má približne 40% výkonovú rezervu, s ktorou sa počíta pre extrémne ťažké podmienky. Z obr. 3 je možné priamo odčítať pre jednotlivé prevodové stupne a otáčky hydromotora stredný tlak na výstupe hydrogenerátora  $p_{gs}$ , tlakový spád na hydromotore  $\Delta p_{hs}$ , tomu odpovedajúcu pojazďovú rýchlosť agregátu  $v$  a tlak na vstupe hydromotora  $p_{hls}$ .

Na základe výsledkov, ktoré sme získali prevádzkovým meraním hydrostatického pohonu, môžeme tvrdiť, že navrhnutý hydrostatický pohon vyhovuje pre pohon žacích trávnych strojov. Prevádzkové merania boli uskutočňované za približne rovnakých podmienok ako energetické merania s mechanickým pohonom, a preto môžeme navzájom dosiahnuté výsledky porovnať. Z grafických časových záznamov priebehov točivého momentu  $M_{th}$  na hriadieli žacieho trávneho stroja vyplýva, že točivý moment v každom prípade dosahuje maximálnu a nulovú hodnotu a v niektorých prípadoch dokonca hodnotu zápornú. Je to spôsobené tým, že pohon je uskutočnený tuhým prevodovým mechanizmom, ktorý kladie veľký odpor pri vymedzovaní vôle, ktorá vznikla počas prietahu. Navrhnutý hydrostatický pohon, okrem toho, že vykazuje určitú pružnosť, je riešený ako otvorený, t. j. výstupná vetva hydromotora kladie proti voľnému pretáčaniu klukového mechanizmu malý odpor, čo spôsobuje, že hriadeľ klukového mechanizmu nemôže byť namáhaný záporným momentom.

Z meraní vyplynulo, že pri konštantných otáčkach hydromotora narastá stredná hodnota tlakov  $p_{gs}$  a  $p_{hls}$  v závislosti od pracovnej rýchlosti agregátu, t. j. v závislosti od zaradeného prevodového stupňa. To isté platí pre amplitúdu tlakov  $p_g$  a  $p_{hl}$ . Stredná hodnota tlakov  $p_{gs}$ ;  $p_{hls}$  pre jednotlivé prevodové stupne narastá v závislosti od otáčok a amplitúda tlakov  $p_g$ ;  $p_{hl}$  klesá so zvyšovaním otáčok (obr. 4, 5). Minimálna hodnota tlaku  $p_{hlmin}$  dosahuje pri kosení na III. prevodovom stupni, pri otáčkach hydromotora  $528,1 \text{ min}^{-1}$  a pracovnej rýchlosti agregátu  $4,1 \text{ km h}^{-1}$  hodnotu  $1,7$  MPa, čomu odpovedá hodnota točivého momentu  $M_{thmin}$  na hriadieli hydromotora  $3,27 \text{ N m}$ . Maximálna hodnota tlaku  $p_{hlmax}$  pre uvedený režim práce dosahuje hodnotu  $8$  MPa, čomu odpovedá točivý moment  $M_{thmax} = 15 \text{ N m}$ . Rozdiel tlakov  $p_{hl} = 6,3$  MPa a rozdiel točivých momentov  $M_{th} = 12,1 \text{ N m}$ . Z uvedeného vyplýva, že ani tlak  $p_{hl}$  ani točivý moment  $M_{th}$  nedosahujú nulovú hodnotu. Z hľadiska amplitúdy tlakov  $p_{hl}$  sú vhodnejšie režimy práce žacieho trávneho stroja pri vysokých otáčkach. Uvedieme charakteristické hodnoty pre kosenie na III. prevodový stupeň a otáčky  $n_h = 1175,8 \text{ min}^{-1}$ ;  $p_{hlmin} = 7$  MPa;  $p_{hlmax} = 10,3$  MPa;  $\Delta p_{hl} = 3,3$  MPa;  $M_{thmin} = 13,5 \text{ N m}$ ;  $M_{thmax} = 19,8 \text{ N m}$ ;  $\Delta M_{th} = 6,3 \text{ N m}$ .

## ZÁVER

Prevádzkové meranie hydrostatického pohonu a výsledky týchto meraní dokazujú mnohé technické i funkčné prednosti pohonu v porovnaní s pohonom mechanickým. Okrem zjednodušenia konštrukcie strojov, zlepšenia ich funkcie a zvýšenia životnosti sa súčasne dosahuje lepšia bez-

pečnosť a hygiena pri práci. Aplikácia pohonu naznačuje široké uplatnenie v konštrukcii kombinovaných strojov, plniacich niekoľko pracovných funkcií. Tento záver sa môže zobecniť pri žacích mechanizmoch tohto druhu u všetkých poľnohospodárskych strojov.

## Literatúra

PETRANSKÝ, I. — ŠOKA, I.: Rozbor poľnohospodárskych strojov agregátovaných s traktormi z hľadiska možnosti nahradenia funkčných uzlov mechanických pohonov hydrostatickým pohonom. Mech. poľnohosp., 1972, č. 8.  
PETRANSKÝ, I. — ŠOKA, I.: Hydrostatický pohon kosačky ŽBPK-183. Acta technol. agric., VII, 1971, VŠP Nitra.  
PROKEŠ, J.: Hydraulické mechanizmy — Názvosloví. Strojárska výroba, 1973, č. 1.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ПЕТРАНСКИ И., ДРАБАНТ Ш., РЫБАН Г., ШОКА И. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Испытание гидростатического привода жатки ЖБ-138 в эксплуатационных условиях. Zem. technika 22 (3-4): 189-196, 1976.

В ходе эксплуатации мы измеряли гидростатический привод жатки ЖБ-183, сконструированной на КИГ СХИ в Нитре. В работе описаны: примененная измерительная техника и способы измерения изучаемых величин, оценка измеряемых величин, графическая обработка и оценка достигнутых результатов.

гидростатический привод; гидрогенератор; гидродвигатель; давление; жатка

PETRANSKÝ I., DRABANT Š., RYBAN G., ŠOKA I. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). Verification of the Hydrostatic Drive of Field Mower ŽB-183 in Working Conditions. Zem. technika 22 (3-4): 189-196, 1976.

The hydrostatic drive of field mower ŽB-183, designed at the University of Agriculture at Nitra, was measured in working conditions. The work describes: the used techniques of measurements and the methods of measurements of the followed-up quantities, the assessment of measured values, the graphical plotting and evaluation of the gained results.

hydrostatical drive; hydrogenerator; hydromotor; pressure; field mower

PETRANSKÝ I., DRABANT Š., RYBAN G., ŠOKA I. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). Überprüfung des hydrostatischen Antriebes der Mähmaschine ŽB-183 in Betriebsbedingungen. Zem. technika 22 (3-4): 189-196, 1976.

In Betriebsbedingungen hat man den hydrostatischen Antrieb des am KMT der Landwirtschaftlichen Universität Nitra entworfenen Grasmähers ŽB-183 gemessen. Im Aufsatz werden beschrieben: angewandte Meßtechnik und Meßverfahren der verfolgten Größen, Auswertung der Meßgrößen, graphische Bearbeitung und Bewertung der erzielten Ergebnisse.

hydrostatischer Antrieb; Hydrogenerator; Hydromotor, Druck; Grasmäher

---

## Adresa autorov:

Ing. Ivan Petranský, ing. Štefan Drabant, ing. Gustáv Ryban, ing. Imrich Šoka, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---



M. Marko, J. Balog

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

MARKO M., BALOG J. *Opotrebenie a životnosť nožíkov žacích strojov*. Zem. technika 22 (3-4) : 197-202, 1976.

Prevádzkové skúšky odolnosti nožíkov žacích strojov voči opotrebeniu uskutočnené v roku 1974 pri kosení lucerny ukázali, že nožíky s rôznymi povrchovými úpravami vykazujú rôznu odolnosť voči opotrebeniu. Použili sa nožíky kalené plameňom (sériové) a elektroindukčne, ďalej nožíky spevnené galvanickým a difúznym chrómovaním. Odolnosť sa hodnotila na základe narastenia polomeru ostria reznej hrany pomocou svetelného rezu. Najväčšiu odolnosť voči opotrebeniu vykázali nože difúzne chrómované po dodatočnom tepelnom spracovaní. Nožíky spevnené tvrdým chrómovaním boli do určitého množstva vykonanej práce rovnako odolné ako sériové. Po tomto množstve však boli odolnejšie ako sériové. Ďalej bolo zistené, že s rastom tvrdosti rastie aj odolnosť nožíkov voči opotrebeniu.

žacie nožíky; opotrebenie

---

Proces opotrebenia ostria žacích nožíkov pri kosení zelenej organickej hmoty svojím charakterom pripomína hydroabrazívne opotrebenie. V mäkkej zelenej hmote sa nachádzajú tvrdé častice minerálneho pôvodu, ktoré majú charakter abraziva (kryštalky kyslíčnika kremičitého) a ktoré sa pri kosení pritláčajú k povrchu nožíkov a vyvolávajú ich opotrebenie. V dôsledku opotrebenia sa zväčšuje polomer zaokrúhlenia ostria nožíkov a kvalita nimi vykonávanej práce sa zhoršuje.

V snahe zistiť odolnosť nožíkov voči opotrebeniu sa uskutočnili na katedre opravárstva a mechanickej technológie (v rámci riešenia výskumnej úlohy) prevádzkové skúšky životnosti a materiálovej náročnosti nožíkov. Účelom týchto skúšok bolo zhodnotiť kvalitu sériových nožíkov a vytypovať najvhodnejšiu technológiu ich povrchovej úpravy z hľadiska oteruvzdornosti.

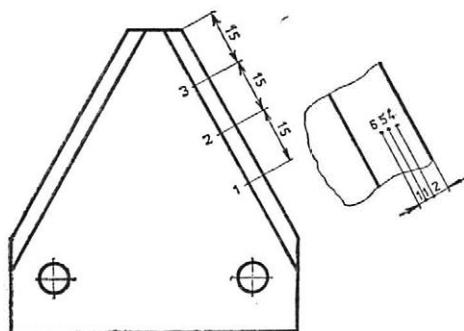
## MATERÁL A METÓDA

Prevádzkové skúšky prebehli v zberových sezónach r. 1974 pri kosení lucerny na JRD v Tekovských Lužanoch a v Jatove a na MŠPCV vo Veľkých Janíkovciach. V záujme vylúčenia vplyvu prevádzkových podmienok (vlhkosť, hustota a druh porastu) a získania objektívnych hod-



nôť relatívnej oteruvzdornosti montovali sa nožíky s rôznymi povrchovými úpravami na spoločnú žaciu lištu ŽTBN-183. 2. Použili sa nožíky vyhotovené z ocele 12090 podľa ČSN 47 5110 s rôznymi povrchovými úpravami, a síce tri nožíky kalené plameňom (sériové), tri nožíky spevnené tvrdým chrómovaním zo spodu, tri nožíky difúzne chrómované, z ktorých dva sa ešte dodatočne kalili indukčným ohrevom. Ďalej sa použilo deväť nožíkov indukčne kalených na rozdielnú tvrdosť od 350 do 530 HV za účelom zistenia vplyvu tvrdosti na oteruvzdornosť.

Tvrdosť sériových nožíkov, meraná v okrajovej časti podľa ČSN 42 5350, sa pohybovala od 50 do 60 HRC, čo vyhovuje tvrdosti, ktorú výrobca predpisuje. Pretože hodnoty tvrdosti HRC sú len informatívne a nedávajú prehľad o tvrdosti samotného ostria, zisťovala sa aj tvrdosť HV ostria nožíkov podľa obr. 1. Tá sa pohybovala v rozmedzí od 450 do 540 HV, zatiaľ čo tvrdosť meraná mimo ostria bola od 650 do 670 HV. K zníženiu tvrdosti ostria došlo zrejme nedodržovaním predpísanej technológie ostrenia nožíkov.



1. Schéma — mapa merania tvrdosti HV

Nožíky sa kalili indukčným ohrevom vysokofrekvenčným generátorom GV 21 v TAZ Trnava pomocou tvarovaného induktora.

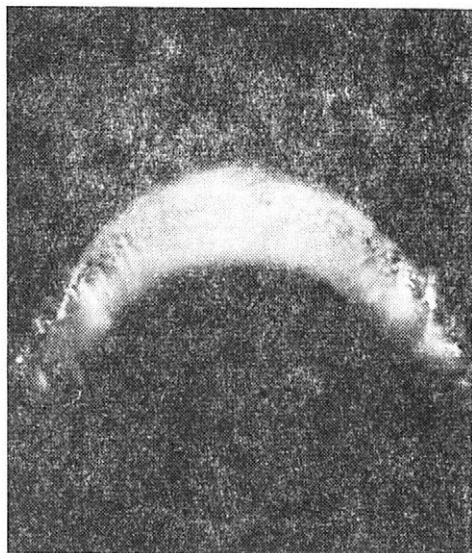
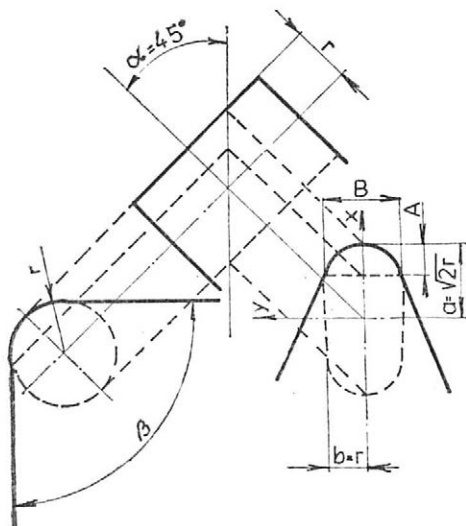
Chrómovanie nožíkov sa uskutočnilo v laboratóriách katedry a hrúbka vrstvy chrómu bola 20 až 25  $\mu\text{m}$ .

Difúzne chrómovanie nožíkov malo opodstatnenie na základe vlastností difúznej vrstvy chrómu, ktorá je veľmi odolná proti opotrebeniu a korózii. V podstate je to tepelné spracovanie v zmesi práškového chrómu s keramickým prepa-

lom za teplôt okolo 1000  $^{\circ}\text{C}$ , pri ktorých chróm difunduje do základného materiálu. Difúzne chrómovanie sa robilo v n. p. Rudné bane, Kremnica. Aby sa zvýšila tvrdosť a oteruvzdornosť, kalili sa ešte dodatočne niektoré nožíky indukčným ohrevom.

V priebehu prevádzkových skúšok sa zisťovala informatívne výkonnosť žacej lišty a doba čistého pracovného času. Po skosení prvých 10 ha sa nožíky odmontovali a robilo sa na nich medzimeranie. Nože difúzne chrómované bez tepelného spracovania už boli v tomto čase natolko upotrebené, že sa museli z priebehu ďalších skúšok vyradiť. Konečné vyhodnotenie opotrebenia sa robilo po skončení zberových sezón, keď žacou lištou bolo skosených 42 ha. Po takomto množstve vykonanej práce bolo potrebné u niektorých viac opotrebených nožíkov obnovovať ostrie.

Veľkosť opotrebenia a relatívna odolnosť nožíkov voči opotrebeniu sa zisťovala na základe narastania polomeru zaokrúhlenia reznej hrany ostria vplyvom opotrebenia. Na meranie sa použilo zariadenie pracujúce metódou svetelného rezu (dvojitý mikroskop typu Schmaltz). Polomery sa snímali fotografickou cestou pri celkovom 390-násobnom zväčšovaní z dvoch miest ostria (obr. 2).



2. K výpočtu zaokruženia reznej hrany

3. Fotografická zväčšenina polomeru reznej hrany

Pri šikmom svetelnom reze pod uhlom  $45^0$  zobrazí sa zaokrúhlená rezná hrana ako časť elipsy, pre ktorú s ohľadom na obr. 2 platí vzťah

$$r = 0,37 \cdot \left( \frac{B^2}{2A} + A \right)$$

Po zohľadnení zväčšenia pod mikroskopom bude

$$r = 0,000\,948 \cdot \left( \frac{B^2}{2A} + A \right)$$

Hodnoty  $A$  a  $B$  sa odčítali z fotografií rezných hrán. Ukážka takejto zväčšeniny je na obr. 3.

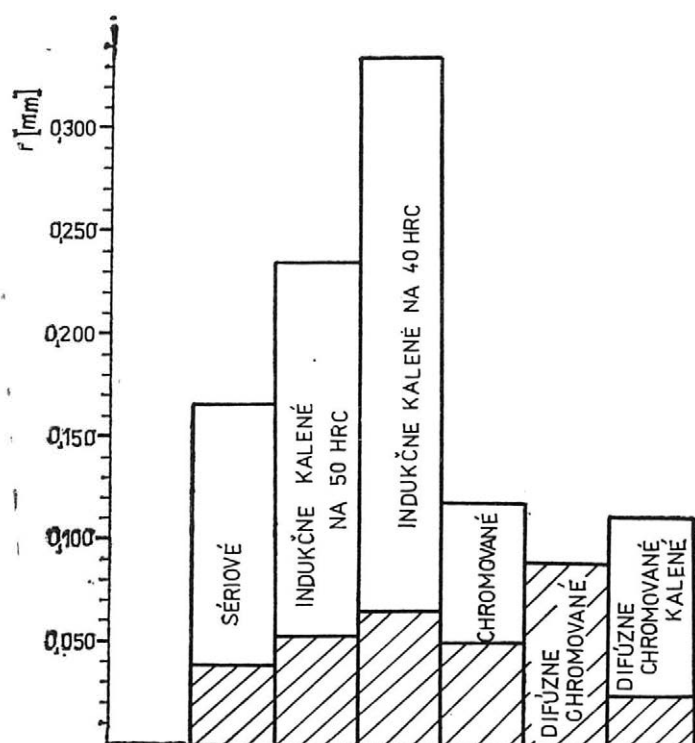
## VYSLEDKY

Polomery zaoblania rezných hrán u ostrých nepoužitých nožíkov sa pohybovali v rozmedzí od 0,007 do 0,04 mm podľa kvality brúsenia.

Priemerné hodnoty polomerov ostia nožíkov zisťované po prevádzkových skúškach sú uvedené v tab. I, v ktorej sú uvedené aj indexy relatívnej oteruvzdornosti  $\Psi$  (pomer ostia sériového noža k polomeru ostia skúšaného noža). Na základe tejto tabuľky bol zostrojený stĺpcový diagram na obr. 4, ktorý znázorňuje odolnosť nožov s rôznymi technológiami povrchovej úpravy voči opotrebeniu. Vyšrafované časti stĺpcov znázorňujú hodnoty polomerov pri medzimeraní.

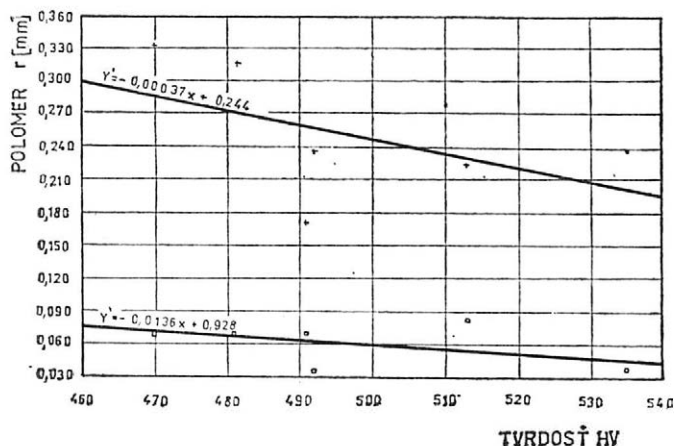
I. Priemerné hodnoty ukazovateľov oteruvzdornosti nožíkov pri prevádzkových skúškach

| Úprava nožíkov                 | Medzimeranie                  |        | Po opotrebení                 |        |
|--------------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
|                                | polomer ostria<br>$r$<br>(mm) | $\Phi$ | polomer ostria<br>$r$<br>(mm) | $\Phi$ |
| Sériové                        | 0,038                         | 1,00   | 0,167                         | 1,00   |
| Indukčne kalené na 45 – 50 HRC | 0,051                         | 0,74   | 0,234                         | 0,71   |
| Indukčne kalené na 40 – 45 HRC | 0,063                         | 0,60   | 0,335                         | 0,49   |
| Chrómované                     | 0,050                         | 0,76   | 0,117                         | 1,42   |
| Difúzne chrómované             | 0,107                         | 0,35   | —                             | —      |
| Difúzne chrómované kalené      | 0,024                         | 1,58   | 0,108                         | 1,54   |



4. Hodnoty polomerov zaoblenia nožíkov s rôznymi povrchovými úpravami

Pri skúmaní vplyvu tvrdosti na opotrebenie nožíkov sa zistilo, že s rastom tvrdosti rastie aj odolnosť nožíkov voči opotrebeniu. Závislosť polomeru ostria od tvrdosti je na obr. 5, kde sú uvedené aj rovnice regresných priamok.



5. Vplyv tvrdosti na polomer zaokrúhlenia reznej hrany

## ZÁVER

Výsledky prevádzkových skúšok opotrebenia žacích nožíkov ukázali, že životnosť nožov je v podstatnej miere ovplyvňovaná technológiou ich povrchových úprav. Výsledky skúšok je možné zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Tvrdosť brúseného ostria je menšia ako v zakalenej časti noža mimo ostria.
2. S rastom tvrdosti nožov rastie aj ich odolnosť voči opotrebeniu.
3. Polomer zaokrúhlenia reznej hrany nového nepoužitého noža bol 7 až 40  $\mu\text{m}$  a táto veľkosť v podstate neovplyvňuje priebeh ďalšieho opotrebenia. Narastanie polomeru do 0,3 mm je možné na základe zahraničných poznatkov považovať za hraničnú hodnotu, keď nastáva nutnosť obnovy ostria.
4. Do určitého množstva vykonanej práce odolávali chrómované nože rovnako ako sériové. Po tomto množstve sa prejavuje prednosť chrómovaného ostria pred sériovým a veľkosť polomeru ostáva pod 0,2 mm.
5. Nože difúzne chrómované bez tepelného spracovania boli najmenej odolné voči opotrebeniu. Po tepelnom spracovaní sa však zvýši odolnosť týchto nožov až na 1,5-násobok odolnosti sériových nožov.

## Literatúra

- BERNŠTEIN, M. L. a i.: O nekotorych vozmožnostiach povyšeniya kačestva segmentov uboročnych mašin. Traktory i selchozmašiny, 1967, č. 5.
- MIROŠNIKOV, S. S.: Charakter iznosa lezviya gladkogo segmenta. Traktory i selchozmašiny, 1968, č. 2.
- REZNIK, N. E.: Ostrota lezviya i metody jej izmereniya. Mech. i el. soc. sel. chozj., 1972, č. 6.
- SLIMÁK, I.: Metrologická analýza geometrie rezných hrán. Měrová technika, 1968, č. 5.
- TKAČEV, V. N. — MIROŠNIKOV, S. S.: Samozatačivajuščiesja gladkie segmenty senokosílok i izmelčitelej solomy. Traktory i selchozmašiny, 1967, č. 5.

Došlo dňa 10. 12. 1975

МАРКО М., БАЛОГ Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). О некоторых вопросах износа и срока службы ножей жаток. Zem. technika 22 (3-4) : 197-202.

Эксплуатационные испытания устойчивости ножей жаток против износа, осуществленные в 1974 году во время косыбы люцерны показали, что ножи с разной обработкой поверхности пламенем (серийные), электроиндукционные, далее, ножи, укрепленные при помощи гальванического и диффузного хромирования. Устойчивость оценивалась на основе нарастания радиуса острой режущей грани при помощи светового разреза. Максимальной устойчивостью против износа отличались ножи диффузно хромированные после дополнительной тепловой обработки. Ножи, укрепленные твердым хромированием до определенного количества выполненной работы устойчивы так же, как и серийные. После этого количества они, однако, были более устойчивыми, чем серийные. Далее было установлено, что с разрастанием твердости, растет и устойчивость ножей против износа.

ножи жатки; износ

MARKO M., BALOG J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Wear and Service Life of the Knives of Mowers*. Zem. technika 22 (3-4) : 197-202, 1976.

The tests of the resistance of the knives of mowers against wear, realized in 1974 when mowing lucerne, proved that the knives with different kinds of surface treatment showed different degrees of resistance against wear. Knives hardened by flame (produced in series) and electric induction, further knives hardened by electroplating and chromizing were used. The resistance was evaluated on the basis of the raising up of the radius of the cutting edge by means of the flame cut. The knives hardened by hard chromizing after supplementary heat treatment were found to have the greatest resistance. The knives hardened by the hard chromizing method had, to a certain amount of work done, the same resistance as the knives produced in series. After this amount of work their resistance was greater than that of the knives produced in series. It has been further ascertained that the resistance of the knives against wear grew with the raising up of hardness.

mowing knives; wear

MARKO M., BALOG J. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Zu einigen Fragen des Verschleißes und Lebensdauer von Mähmesserklängen*. Zem. technika 22 (3-4) : 197-202, 1976.

Die während der Luzernenmahd im 1974 durchgeführten Betriebsprüfungen der Verschleißfestigkeit von Mähmesserklängen haben erwiesen, daß die Messerklängen mit verschiedenen Oberflächenbehandlungen verschiedene Verschleißfestigkeit aufweisen. Es wurden Messerklängen verwendet, die durch Flammenhärtung (serienmäßig) und elektroinduktive Härtung behandelt wurden, ferner die durch galvanische und Diffusionsverchromung verfestigten Messerklängen. Die Verschleißfestigkeit wurde anhand des Wachstums des Schneidkantenhalbmessers mit Hilfe des Lichtschnittes bewertet. Die höchste Verschleißfestigkeit wiesen die durch Diffusionsverchromung nach ausreichender Wärmeverarbeitung behandelten Messerklängen auf. Die durch Hartverchromung verfestigten Messerklängen waren bis zu bestimmter Menge der verrichteten Arbeit gleich widerstandsfähig wie die serienmäßige Messerklängen. Über diese Menge waren jedoch widerstandsfähiger als die Serienmesserklängen. Ferner wurde festgestellt, daß mit dem Anstieg der Härte auch die Verschleißfestigkeit der Messerklängen zunimmt.

Messerklängen; Verschleiß

---

Adresa autorov:

Doc. ing. Michal Marko, CSc., ing. Július Balog, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

# ZÁKLADNÉ SILOVÉ POMERY PROCESU MLÁTENIA, APLIKOVANÉ NA TEÓRIU V. P. GORJAČKINA, PRI VÝMLATE KUKURICE

J. Šesták

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

ŠESTÁK J. Základné silové pomery procesu mlátenia, aplikované na teóriu V. P. Gorjačkina, pri výmlate kukurice. Zem. technika 22 (3-4) : 203-212, 1976.

V správe sú riešené základné silové pomery procesu mlátenia hybridov kukurice CE-IV a C-400 na modelovom mlatkovom mláťacom mechanizme. Experimentálne bol stanovený vzťah medzi odporovou silou mláťacieho koša a obvodovou silou mláťacieho bubna vyjadrený rovnicou:  $F_o = F_v - qv = J_p \cdot F_v$  [N] definovanou V. P. Gorjačkinom. Zistili sme, že súčiniteľ pretieraní  $f_p$  je veličina nelineárne závislá od zmeny pracovnej medzery a obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna. Súčiniteľ je konštantný v celom intervale zmien priechodnosti. Vyhodnotením experimentov sme určili, že klasický vzťah

pre výpočet príkonu na mlátenie  $P = \frac{q \cdot v^2}{1 - f_p}$  [W] je možno použiť i pre výmlat kukurice pri uvážení konštantnej obvodovej rýchlosti. Pri inej zmene parametrov nastavenia je potrebné použiť vzťahy uvedené v tomto príspevku. silový rozbor; mlátenie kukurice; parametre mechanizmu

---

Teoretický rozbor procesu mlátenia, uvádzaný v prácach Giňka (1966), Gorjačkina (1940), Letošneva (1949), Pustygina (1948) a Vasilenka (1936) sa zakladá na integračných princípoch zmien hybnosti a impulzov aktívnej sily. Samotné dynamické pomery tohoto procesu sú komplikovanou fyzikálnou sústavou, ktorá obsahuje nielen diskrétné zmeny parametrov nastavenia pracovného mechanizmu, ale i spojité zmeny agrofyzikálnych vlastností spracovávaného materiálu, resp. jeho jednotlivých častíc. Experimentálne práce ako i závery z nich odvodené a zovšeobecnené sú v maximálnej miere aplikované pre výmlat pšenice, jačmeňa a prípadne ryže (Giňko, 1966; Gorjačkin, 1940; Pustygin, 1948). Predložený príspevok poukazuje na niektoré analytické rozboru silových pomerov procesu mlátenia pri výmlate dvoch hybridov kukurice, a to CE-IV a C-400, experimentálne overených v sezónach zberu 1972 a 1973. Rozboru sú cielavedome a usmernene uskutočnené podľa zovšeobecnených záverov vyplývajúcich zo základnej teórie mlátenia V. P. Gorjačkina a sú príspevkom k jej ďalšiemu rozvoju. Zrejme, najmä z hľadiska charakteru pohybu hmoty pšenice, prípadne jačmeňa, v pracovnej medzere mláťacieho mechanizmu ide o odlišný charakter oproti pohybu kukuričných šúľkov. I keď posledné pokusy (Klonin, 1969) ukázali, že i pšenica sa pohybuje v pracovnej medzere jednotlivými stebkami, je iste rozdiel medzi pružnostnými vlastnosťami kukuričného šúľka a stebľa pšenice. Z uvedených faktorov je významné experi-

mentálne overenie platnosti základných vzťahov podľa Giňku (1966) a Gorjačkina (1940) i pre výmlat kukurice.

Rovnocenné určenie základných silových pomerov umožní proces mlátenia rozdeliť na rad jednoduchých závislostí a tieto postupne modelovať na simultánnom zariadení.

Ďalej uvádzaný príspevok, v ktorom sa záznam vstupných veličín, ako i opis zariadenia so systémom vyhodnotenia opiera o práce Šestáka (1972, 1975), rieši experimentálne sledované pomery síl procesu mlátenia, analyzované základnými zákonmi dynamiky tuhých telies.

## TEORETICKÉ ZDŮVODNENIE PROBLÉMU

Proces mlátenia je definovaný radom za sebou nasledujúcich veľmi krátkych impulzov a zovšeobecnený v integračnom princípe podľa Gorjačkina (1940) a Giňku (1966) rovniciou:

$$\int F' \cdot dt = \int m \cdot dv \quad (1)$$

keď po zjednodušeníach podľa Gorjačkina (1940) nakoniec uvádzame:

$$F' = q \cdot v \quad (2)$$

Hmota plodiny postupuje k mlátiaciemu bubnu v nekonečne malých spojitých hmotách a mení kontinuálne vektor rýchlosti. Definujeme to prípadom prechodu od konštantných síl k silám rázovým. Rýchlosť hmoty sa mení diskretné od nulovej rýchlosti po obvodovú rýchlosť mlátiacieho bubna. Pohyb hmoty materiálu môže byť buď rovnomerný, alebo obecný. Ráz nepružných telies definujeme energetickou deformačnou stratou, ktorá zahŕňa diferenciu medzi aktívnou silou a typom deformácie (strata vzpruživosti). V prípade kontinuálnej aktívnej sily platí pre deformáciu rovnica:

$$\Delta A = \frac{m(v + \Delta v)^2}{2} - \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot v \cdot \Delta v + \frac{m \Delta v^2}{2} \quad (3)$$

Po vylúčení posledného člena rovnice ako veličiny nekonečne malej druhého radu dostaneme:

$$A = \int_{v_0}^v m \cdot v \cdot dv = \frac{m}{2} \cdot (v^2 - v_0^2) \quad [J] \quad (4)$$

keď časová nezávislosť je zrejmá.

V zmene, ak sa rýchlosť hmoty mení v čase  $t$  skokom na konečnú hodnotu  $\Delta v = v - v_0$ , dostaneme:

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mv(v - v_0) + \frac{m(v - v_0)^2}{2} \quad [J] \quad (5)$$

Keď rázové sily pôsobia neprerušovane na časový element hmoty  $\frac{\Delta m}{\Delta t}$  a nárazová rýchlosť sa mení z  $v_0$  na  $v$ , máme vzťah:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2} = \frac{m}{t} v(v - v_0) + \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \frac{(v - v_0)^2}{2} \quad (6)$$



Časť obvodovej sily sa spotrebuje na prekonanie odporov k transportu hmoty pracovnou medzerou a na uvoľnenie zrna. Priamoúmernosť tejto sily voči sile obvodovej definujeme podľa Gorjačkina (1940) konštantou súčiniteľa pretierania podľa vzťahu:

$$F_o = F_v \cdot f_p \quad [N] \quad (7)$$

Potom závislosť medzi obvodovou silou, odporovou silou a zmenou impulzu určíme rovnicou:

$$F_v - q \cdot v = f_p \cdot F_v \quad (8)$$

a prikon mlátiaciego bubna podľa klasického vzťahu:

$$P = \frac{q \cdot v^2}{1 - f_p} \quad [W] \quad (9)$$

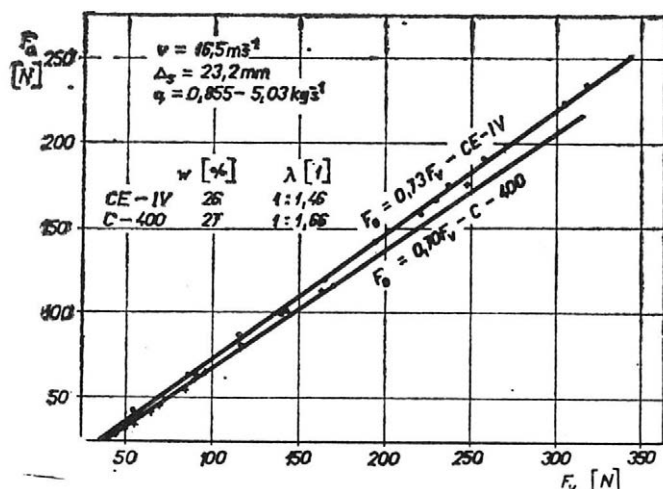
Predpoklad V. P. Gorjačkina, uvedený vo vzťahu (8), sme ďalej experimentálne overili pre výmlat kukurice pri zachovaní špecifického typu mlátiaciego mechanizmu podľa [6, 7].

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ A VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Vybrané hodnoty charakteristík materiálu ako i zmeny parametrov nastavenia mechanizmu uvádzame v príslušnom grafe.

### ÚČINOK ZMENY PRIECHODNOSTI

Závislosť zmeny odporovej sily mlátiaciego koša od zmeny obvodovej sily je vyznačená na obr. 1. Analyticky vyjadrené náhradné funkcie potvrdili závislosť lineárnu.



1. Závislosť zmeny odporovej sily mlátiaciego koša od zmeny obvodovej sily

Potvrdzuje sa predpoklad V. P. Gorjačkina, vyjadrený rovnicou (8). Z uvedeného je tiež jednoznačne preukazné, že súčiniteľ pretierania ( $f_p$ ) je pre zmenu priechodnosti veličina stála. Určili sme, že pre hybrid kukurice CE-IV je hodnota tohto súčiniteľa  $f_p = 0,73$  ako to zrejme vyplýva i z analýzy vzťahu (8), keď platí:

$$f_p = \frac{F_o}{F_v} = 1 - \frac{q \cdot v}{F_v} \quad [1] \quad (10)$$



Ďalej s ohľadom na závislosť výkonu od priechodnosti vyjadrenú pre hybrid CE-IV analytickou rovnicou (28) – (Šesták, 1975) bude:

$$f_p = \frac{F_o}{F_v} = 1 - \frac{q \cdot v^2}{972 q + 62} \quad (11)$$

keď:

$$F_v = \frac{972 q + 62}{v} \quad (12)$$

Potom pre konštantnú obvodovú rýchlosť mlátiaceho bubna  $v = 16,5 \text{ m s}^{-1}$  v sledovanom intervale meraní priechodnosti  $q = 0,855$  až  $4,02 \text{ kg s}^{-1}$  bude zmena súčiniteľa pretierania nevýznamná podľa vzťahu:

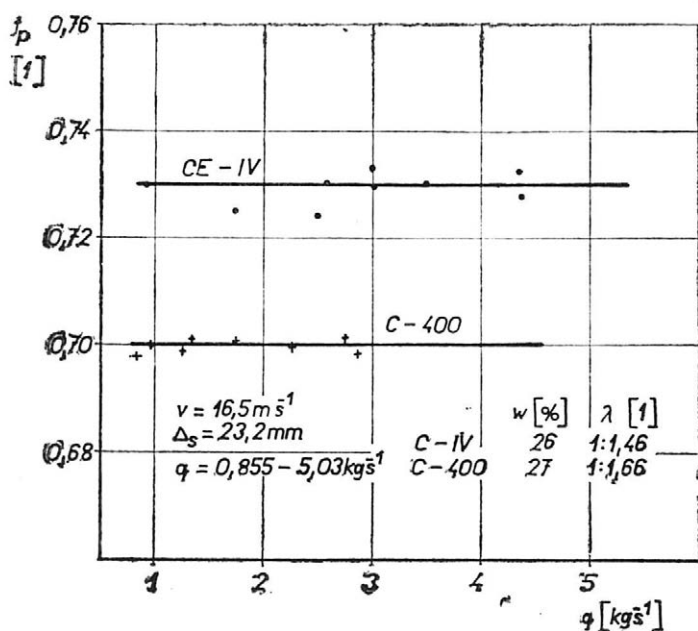
$$\frac{f_{pq \max}}{f_{pq \min}} = \frac{1 - \frac{0,855 \cdot 16,5^2}{972 \cdot 0,855 + 62}}{1 - \frac{4 \cdot 16,5^2}{972 \cdot 4 + 62}} \doteq 1,01 \quad (13)$$

teda v celom intervale meraní maximálne 1 %, čo pri uvážení nepresnosti štatistického vyjadrenia závislosti výkonu od priechodnosti je zanedbateľné.

Pre hybrid C-400 sme určili, že súčiniteľ pretierania je veličina stála s hodnotou  $p = 0,7$ . Rovnocenne dokumentujeme platnosť vzťahu podľa Šestáka (1972), rovnica 29), a teda bude:

$$f_p = \frac{F_o}{F_v} = 1 - \frac{q \cdot v^2}{920 q + 53} \quad (14)$$

Pri súhlasnom zachovaní stálej obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna a zmene priechodnosti v intervale  $q_{\min} = 0,855 \text{ kg s}^{-1}$  až  $q_{\max} = 2,74 \text{ kg s}^{-1}$  bude rozsah zmeny



2. Závislosť súčiniteľa pretierania od zmeny priechodnosti

súčiniteľa pretierania maximálne 0,5 %, čo je z hľadiska štatistického zákona normálneho rozdelenia početnosti experimentálnych hodnôt nevýznamné.

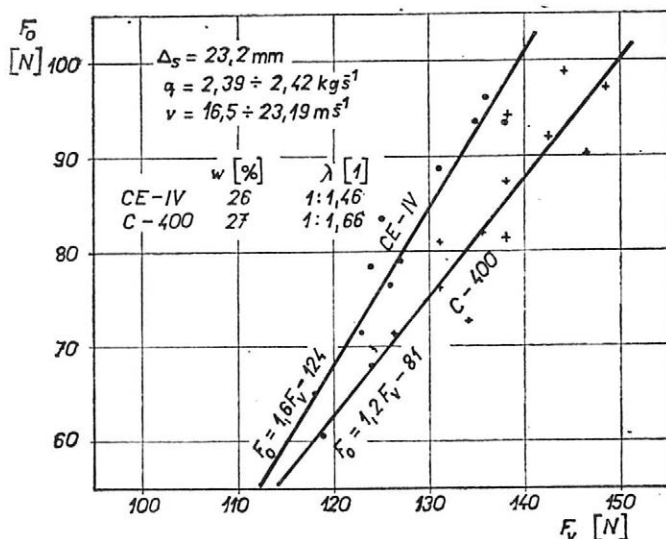
Všetky uvedené teoreticko-experimentálne zdôvodnenia potvrdzujeme závislosťou súčiniteľa pretierania od zmeny priechodnosti, vyznačenou pre obidva hybridy kukurice na obr. 2.

### ÚČINOK ZMENY OBVODOVEJ RÝCHLOSTI MLÁČACIEHO BUBNA

Zmena odporovej sily v závislosti od obvodovej rýchlosti mláčacieho bubna je znázornená na obr. 3. Z hľadiska vyhodnotenia boli pre obidva hybridy stanovené arpxi-mačné funkcie vo tvare:

$$\text{CE-IV} - F_o = 1,6 F_v - 124,0 \quad [\text{N}] \quad (15)$$

$$\text{C-400} - F_o = 1,2 F_v - 81,0 \quad [\text{N}]$$



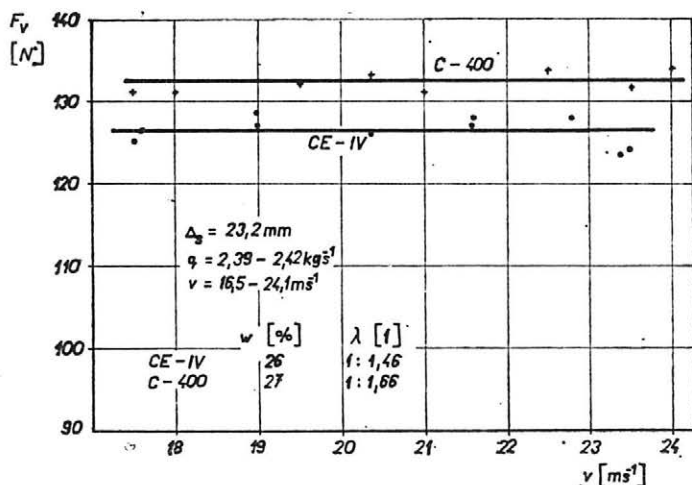
3. Zmena odporovej sily v závislosti od odporovej rýchlosti mláčacieho bubna

Lineárna regresia bola vyhodnotená koeficientom korelácie, ktorý má hodnotu  $r_{xy} = 0,97524$ . Závislosť je teda preukazná so spoľahlivosťou 99 % pre CE-IV a  $r_{xy} = 0,895$  pre C-400. Pričom potvrdzujeme, že funkcie sa môžu približovať alebo vzdalovať od počiatku súradnicového systému zodpovedajúc reálnym hodnotám obvodovej rýchlosti a priechodnosti. Úsek na osi abscis môže byť nulový len v klude bubna.

Vlastný rozbor procesu mlátenia dokazuje, že s narastaním obvodovej rýchlosti mláčacieho bubna obvodová sila na jeho mlatkách, prekonávajúca zotrvačnú silu mlátenej obilnej hmoty, vzrastá podľa vzťahu:

$$F' = q \cdot v \quad [\text{N}] \quad (16)$$

V súhlase s vyhodnotením experimentov z výmlatu pšenice a jačmeňa (Šesták, 1975b) konstatujeme aj pre obidva hybridy spracovávané kukurice nezávislosť obvodovej sily na zmene obvodovej rýchlosti mláčacieho bubna, ako uvádzame na obr. 4. Podľa tohoto môžeme tvrdiť, že odpor mláčacieho koša sa mení nepriamoúmerne so zvyšovaním



4. Vzťah obvodovej sily a obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna

obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna. Ak pôsobia akčné sily veľkou rýchlosťou, rozruší sa plodina bez plastických a pružných deformácií.

Pri konštantnej medzere a priechodnosti môžeme súčiniteľ pretierania rovnocenne vyjadriť rovnicou (10). Po zohľadnení závislosti zmeny výkonu od obvodovej rýchlosti aproximovanej v danom intervale (Šesták, 1975a) rovnicou (32) a (33) vyjadríme teoretickú závislosť súčiniteľa pretierania od zmeny obvodovej rýchlosti rovnicou:

$$f_p = 1 - \frac{q \cdot v^2}{a - bv + cv^2 - dv^3} \quad [1] \quad (17)$$

V danom intervale meraní sme experimentálnymi hodnotami preložili náhradné funkcie takto:

Hybrid kukurice CE-IV:

$$f_{pIV} = 2,088 - 0,219 v + 0,012 v^2 - 0,0002 v^3 \quad (18)$$

keď: index korelácie — 0,894

smerodajná odchýlka  $f_{pIV} = 0,079$

smerodajná odchýlka  $v = 2,195$

Hybrid kukurice C-400:

$$f_{pC-400} = 11,187 - 1,519 v + 0,073 v^2 - 0,001 v^3 \quad (19)$$

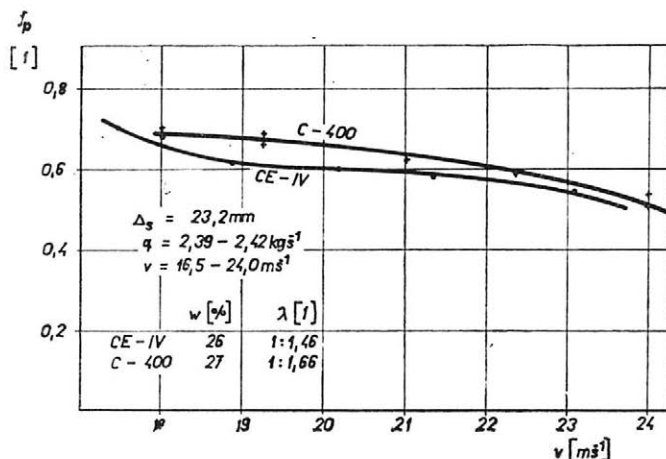
keď: index korelácie — 0,954

smerodajná odchýlka  $f_{pC-400} = 0,0501$

smerodajná odchýlka  $v = 2,034$

Obidve závislosti sú vyznačené na obr. 5.

Súčiniteľ pretierania so zvyšovaním obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna klesá, čím sa nepotvrdili i pre výmlat kukurice závery uvádzané v práci Gorjačkina (1940). Nelineárnosť poklesu súčiniteľa pretierania, rozšírená i na interval nižších, resp. vyšších obvodových rýchlostí, je reálna i z hľadiska fyzikálnej podstaty procesu. Vysoká vyrovnanosť priebehu pre obidva hybridy je poukazom na malú významnosť odrodového zastúpenia plodín, keď rozdiel fyzikálno-mechanických vlastností je iste zanedbateľný.

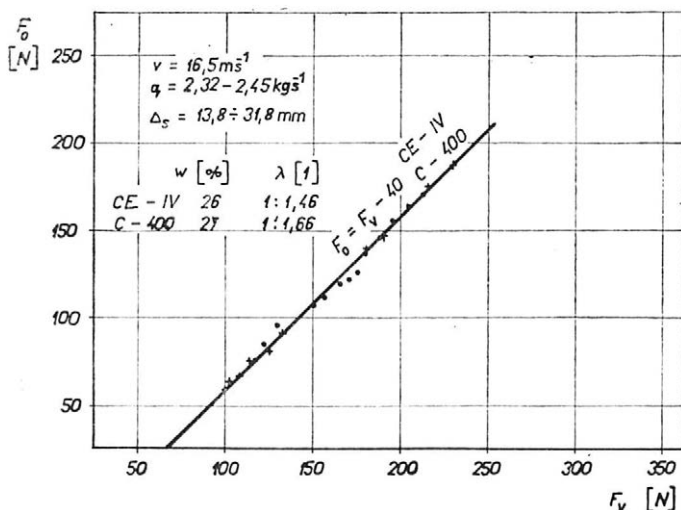


5. Závislosť súčiniteľa pretierania od zmeny obvodovej rýchlosti

### ÚČINOK ZMENY PRACOVNEJ MEDZERY MLÁČACIEHO MECHANIZMU

Vysoká vyrovnanosť experimentálnych hodnôt pre obidva hybridy nevyžadovala štatistické spracovanie. Závislosť medzi odporovou silou koša a obvodovou silou koša mláčacieho bubna je znázornená na obr. 6. Závislosť je vyjadrená rovnicou:

$$F_o = F_v - 40 \quad [N] \quad (20)$$



6. Závislosť medzi odporovou silou koša a obvodovou silou koša mláčacieho bubna

Poloha funkcie je viazaná závermi, ktoré sme uviedli pri zmene obvodovej rýchlosti mláčacieho bubna. Ak uvažíme, že zmena príkonu mláčacieho mechanizmu je definovaná v danom intervale merania rovnicou (30), (31) — (Šesták, 1975b), potom teoretická závislosť súčiniteľa pretierania od zmeny medzery je vyjadrená vzťahom:

$$f_p = 1 - \frac{q \cdot v^2}{a_1 - b_1 \cdot \Delta_s + c_1 \cdot \Delta_s^2 - d_1 \cdot \Delta_s^3} \quad [1] \quad (21)$$

Aproximačné funkcie pre daný interval meraní, pri stálej obvodovej rýchlosti mláťacieho bubna a stálom intervale priechodnosti, majú tvar:

Hybrid kukurice CE-IV:

$$f_p \text{ IV} = -0,582 + 0,056 \Delta_s - 0,032 \Delta_s^2 + 0,0004 \Delta_s^3 \quad (22)$$

keď: index korelácie — 0,9837

smerodajná odchýlka  $f_p$  IV = 0,082

smerodajná odchýlka  $\Delta_s$  = 6,664

Hybrid kukurice C-400:

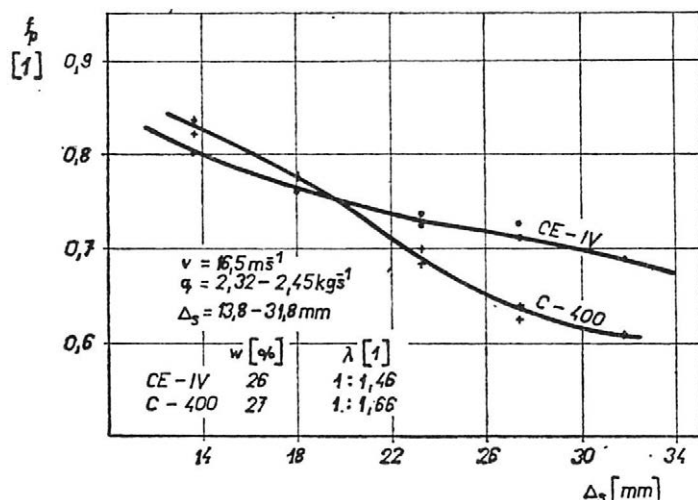
$$f_p \text{ C-400} = 1,08 - 0,031 \Delta_s + 0,001 \Delta_s^2 - 0,00001 \Delta_s^3 \quad (23)$$

keď: index korelácie — 0,9772

smerodajná odchýlka  $f_p$  C-400 = 0,043

smerodajná odchýlka  $\Delta_s$  = 6,664

Závislosti pre obidva hybridy sú vyznačené na obr. 7. Zväčšovanie pracovnej medzery má za následok pokles súčiniteľa pretierania. Pracovná medzera je pritom udávaná v polovici oblúka opásania mláťacieho koša.



7. Závislosť súčiniteľa pretierania od zmeny medzery mláťacieho bubna

Zhrnutím uvedených teoretických závislostí ako i vyhodnotením experimentov môžeme potvrdiť, že výpočet potrebného pracovného výkonu podľa rovnice (9) možno všeobecne uskutočniť pre výmlat kukurice v tom prípade, ak je obvodová rýchlosť mláťacieho bubna veličina konštantná. Rovnica je analogická k výmlatu pšenice a jačmeňa, invariantná na zmenu priechodnosti hmoty. Ak uvážime ostatné parametre nastavenia mechanizmu, je nutné použiť uvedené závislosti zmien súčiniteľa úmernosti.

## ZÁVER

Vyhodnotením experimentov z výmlatu hybridov kukurice CE-IV a C-400 sme stanovili:

Súčiniteľ pretierania mláťacieho koša definovaný V. P. Gorjačkinom je invariantný k zmene priechodnosti hmoty. Je vyjadrený konštantami pre:

hybrid CE-IV —  $f_p = 0,73$

hybrid C-400 —  $f_p = 0,70$

Jeho diferencia v celom sledovanom intervale priechodnosti je maximálne 1 %, čo poukazuje na odrodovú nevýznamnosť.

Pri zmene obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna je závislosť medzi odporovou silou koša a obvodovou silou mlátiacieho bubna lineárna, vyjadrená rovnicou:

$$F_o = 1,225 F_v - 89,25 \quad [\text{N}]$$

Súčiniteľ pretierania je veličina závislá od zmeny obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna. Jej zvyšovaním súčiniteľ pretierania klesá podľa všeobecne definovanej funkcie:

$$f_p = a - bv + cv^2 - dv^2 \quad [1]$$

keď konštanty  $a, b, c, d$  sa menia podľa druhu plodiny a nastavenia pracovnej medzery a priechodnosti hmoty. Dosiahla sa vysoká vyrovnanosť priebehu pre obidva hybridy, čo tiež potvrdilo nevýznamnosť odrodového zastúpenia.

Zmenou strednej pracovnej medzery je odporová sila priamoúmerná obvodovej sile podľa vzťahu:

$$F_o = F_v - 40 \quad [\text{N}]$$

Súčiniteľ pretierania s narastaním pracovnej medzery klesá nelineárne.

Stanovili sme súhlasne s výsledkami experimentov s pšenicom a jačmeňom, že obvodová sila je nezávislá od zmeny obvodovej rýchlosti mlátiacieho bubna.

#### Použité označenie

- $P$  — výkon (príkon) bubna [W, kW]
- $A$  — mechanická práca [Nm]
- $F$  — sila [N]
- $m$  — hmota (hmotnosť) [kg]
- $v$  — obvodová rýchlosť bubna, rýchlosť [ $\text{m s}^{-1}$ ]
- $q$  — priechodnosť, hĺtnosť [ $\text{kg s}^{-1}$ ]
- $\lambda$  — pomer zrno : slama [1]
- $w$  — podiel vlhkosti materiálu [%]
- $\Delta$  — pracovná medzera — vstup : výstup [ $\text{mm mm}^{-1}$ ]
- $\Delta s$  — stredná šírka pracovnej medzery [mm]
- $f_p$  — súčiniteľ úmernosti (pretierania) [1]

#### Literatúra

- GIŇKO, G. M.: K rozvítiu teórie barabana akad. Gorjačkina. Zemledel. mech., tom IX, Mašstroj., Moskva 1966.
- GORJACKIN, V. P.: Sobranije sočinienij. Tom IV, Seľchozgiz, Moskva 1940.
- KLONIN, G. I.: Skorost dvizenija chleboj massy v molotilnom zazore bihnogo barabana. Traktory i seľchozmašiny, 1969, č. 4.
- LETOŠNEV, M. N.: Seľchozjajstvennyje mašiny. GISCHIL, Moskva 1949.
- PUSTYGIN, M. A.: Teorija i tehnologičeskij rasčet molotilnych ustrojstv. Seľchozgiz, Moskva 1948.
- ŠESTÁK, J.: Rozbor energetických nárokov procesu mlátenia dimenzionálnou analýzou. Zem. technika, 18, 1972, č. 3. s. 163-175.
- ŠESTÁK, J.: K niektorým otázkam výkonovej spotreby a nerovnomernosti chodu mlátiacieho bubna pri výmlate kukurice. Acta technolog. agriculturae, Nitra 1975a.
- ŠESTÁK, J.: Rozbor základných silových pomerov procesu mlátenia. Acta technolog. agriculturae, Nitra 1975b.
- VASILENKO, I. F.: Pročnosť svjazi zerna s kolosom. Seľchozmašina, 1936, č. 5.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ШЕСТАК Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Основные соотношения сил в процессе обмолота, применяемые по теории В. П. Горячкина, при обмолоте кукурузы. Zem. technika 22 (3-4) : 203-212, 1976.

В отчете дается решение основных соотношений сил в процессе обмолота гибридов кукурузы CE-IV и C-400 на модельном бичевом молотильном аппарате. Экспериментально определялось отношение между силой сопротивления подбарабана и окружной силой молотильного барабана, выраженное уравнением:  $F_o = F_v - qv = f_p \cdot F_v$  [N] определенное В. П. Горячкиным. Было установлено, что коэффициент трения  $f_p$  — это величина нелинейно зависящая от изменения рабочего зазора и окружной скорости молотильного барабана. Коэффициент постоянный в целом интервале изменения пропускной способности. После подведения итогов экспериментов мы определили, что классическое отношение для вычисления потребляемой мощности при обмолоте  $P = \frac{q \cdot v^2}{1 - f_p}$  [W] можно применить и при обмолоте кукурузы при регулировании постоянной окружной скорости. При изменении параметров настройки необходимо применить отношения, приведенные в данной статье.

анализ сил; обмолот кукурузы; параметры механизма

ŠESTÁK J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Basic Force Relations in the Process of Threshing Applied to the Theory by V. B. Gorjačkin at Maize Threshing*. Zem. technika 22 (3-4) : 203-212, 1976.

In the paper the basic force relations of the process of the threshing of maize hybrids CE-IV and C-400 on a model rasp-bar threshing machine are solved. The relation between the resistance force of the threshing concave grate and the circumferential force of the threshing drum, expressed by the equation  $F_o = F_v - qv = f_p \cdot F_v$  [N], defined by V. P. Gorjačkin was experimentally found. It was ascertained that the coefficient of friction  $f_p$  is a quantity of non-linear dependence on the change of the working distance and circumferential speed of the threshing drum. The coefficient is constant in the whole interval of the changes of the throughput. At the evaluation of the experiments we defined that the classical

relation for the calculation of the power input of the threshing  $P = \frac{q \cdot v^2}{1 - f_p}$  [W] could be used as well for the threshing of maize under consideration of the constant circumferential speed. For other changes of the parameters of setting the relations given in this paper must be used.

force analysis; threshing of maize; parameters of the mechanism

ŠESTÁK J. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Grundlegende Kraftverhältnisse des Druschprozesses, angewandt durch die Theorie von V. P. Gorjačkin, bei dem Maisdrusch*. Zem. technika 22 (3-4) : 203-212, 1976.

Im Bericht werden grundlegende Kraftverhältnisse des Druschprozesses von Mais-hybriden CE-IV und C-400 auf einem modellartigen Schlagleistendreschwerk gelöst. Auf experimentalem Wege wurde die Beziehung zwischen der Widerstandskraft des Dreschkorbes und der Umfangskraft der Dreschtrommel, ausgedrückt durch die von V. P. Gorjačkin definierte Gleichung:  $F_o = F_v - qv = f_p \cdot F_v$  [N] festgelegt. Es wurde bestimmt, daß die Durchlässigkeitszahl  $f_p$  eine von der Änderung des Arbeitsspaltes und Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel nicht-linear abhängige Größe ist. Der Beiwert ist in dem ganzen Intervall der Änderungen von Durchgangsleistung konstant. Durch die Auswertung der Experimente hat man bestimmt, daß die klassische Beziehung für Berechnung des Leistungs-

bedarfes für den Drusch  $P = \frac{q \cdot v^2}{1 - f_p}$  [W] auch für den Maisdrusch bei der Betrachtung einer konstanten Umfangsgeschwindigkeit angewandt werden kann. Bei sonstiger Änderung der Einstellungsparameter ist es erforderlich, die im vorliegenden Aufsatz erwähnten Beziehungen anzuwenden.

Kraftanalyse; Maisdrusch; Parameter des Mechanismus

---

Adresa autora:

Ing. Jozef Š e s t á k, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---

# ZHODNOTENIE PRÁCE ŠESTRIADKOVÝCH SÚPRAV PRI ZBERE CUKROVEJ REPY

M. Ďuriš, J. Páltik, J. Pernak

*Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra*

---

DURIŠ M., PÁLTIK J., PERNAK J. *Zhodnotenie práce šestriadkových súprav pri zbere cukrovej repy.* Zem. technika 22 (3-4) : 213-227, 1976.

V príspevku sme sa zamerali na sledovanie kvalitatívnych stránok, ako aj výkonnosti šestriadkovej súpravy na zber cukrovej repy v zložení 6-OCS a KC-6 v poľnohospodárskej praxi. Dospeli sme k záverom, že kvalita zberových prác a dosahované výkonnosti sú veľmi závislé od dôslednej agrotechniky pestovania cukrovej repy, vysokej poľnej vzhádzavosti (zapojenie porastu), dôsledného jednotenia cukrovej repy, ako aj od pôdnych a klimatických podmienok. V príspevku sú uvedené: charakteristika porastu, kvalita práce, zberové straty ako aj rozbor nasadenia strojov v pracovnej linke. Najväčšie rezervy pri využití strojov pri zbere cukrovej repy je potrebné vidieť v celom komplexe dodržania kvality práce a organizácie práce začínajúc prípravou pôdy a zberom končiac.

stroje na zber cukrovej repy; charakteristika porastu; kvalita práce; straty; výkonnosti; spotreba času

---

Cukrová repa patrí k plodinám, ktoré v oblasti mechanizácie zaznamenali v poslednom období najprogresívnejší trend vývoja. Vysoká spotreba ľudskej práce pri jej pestovaní a zbere vyžaduje venovať tejto plodine veľkú starostlivosť, čoho výsledkom sú aj opatrenia straníckych a štátnych orgánov v spojitosti s rozvojom mechanizácie jej pestovania a zberu. Preto aj na Vysoké škole poľnohospodárskej – katedre mechanizácie rastlinnej výroby venujeme tejto otázke veľkú pozornosť. (Táto problematika je aj predmetom kandidátskej dizertačnej práce ing. J. Pernaka, z ktorej niektoré výsledky sú uvedené aj v príspevku). Hneď v úvode by sme chceli upozorniť na to, že príspevok je zameraný na hodnotenie šestriadkových zberových súprav (6-OCS, KC-6) v praktických podmienkach nasadenia. Vzhľadom na vysokú pracnosť riešeného problému nebolo možné uskutočniť merania v takej šírke a opakovateľnosti, aby sa dali plne zovšeobecniť. Naviac predchádzajúce roky boli tak extrémne, či už v oblasti agrotechniky, zberu alebo zrážkach, že výsledky môžu byť z tejto strany ovplyvnené. No na druhej strane práve v týchto extrémnych podmienkach dochádza k najväčším problémom, ktorých riešenie si vyžaduje najviac pozornosti.



## I. Podmienky práce zberových súprav

| Ukazovateľ                    |                     | 1973             | 1974             |                  | 1975             |                   | Ø      |
|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------|
|                               |                     | Mojmírovce       | Mikov Dvor       | Mojmírovce       | Mikov Dvor       | Mojmírovce        |        |
| Dátum meraní                  |                     | 16. X. — 21. X.  | 5. X. — 5. XI.   | 8. XI. — 13. XI. | 29. IX. — 8. X.  | 13. X. — 26. X.   | —      |
| Odroda                        |                     | D.N <sup>+</sup> | S <sup>+++</sup> | S <sup>+++</sup> | S <sup>+++</sup> | D.A <sup>++</sup> | —      |
| Úroda buliev                  | t ha <sup>-1</sup>  | 32,973           | 52,000           | 52,380           | 51,610           | 72,340            | 52,206 |
| Úroda skrojkov                | t ha <sup>-1</sup>  | 23,749           | 33,700           | 21,400           | 23,060           | 20,000            | 24,382 |
| Prac. rýchlosť 6-OCS          | m s <sup>-1</sup>   | 1,33             | 1,14             | 1,14             | 1,35             | 1,40              | 1,27   |
| Prac. rýchlosť KC-6           | m s <sup>-1</sup>   | —                | 0,74             | 1,29             | 1,64             | 1,19              | 1,21   |
| Priem. dĺžka parcel           | m                   | 560              | 610              | 450              | 500              | 470               | 518    |
| Vlhkosť pôdy                  | %                   | 19,50            | 29,50            | 23,20            | 18,50            | 22,60             | 22,66  |
| Počet jedincov                | ks ha <sup>-1</sup> | 57 645           | 75 700           | 48 500           | 95 300           | 71 600            | 69 749 |
| Zaburinenie (m <sup>2</sup> ) |                     |                  |                  |                  |                  |                   |        |
| Počet burín                   | ks m <sup>2</sup>   | 0,044            | 0,240            | 0,069            | 1,443            | 2,533             | 0,865  |
| Hmota nad pôdou               | kg                  | 0,007            | 0,020            | 0,010            | 0,097            | 0,061             | 0,039  |
| Hmota v pôde                  | kg                  | 0,004            | 0,010            | 0,002            | 0,041            | 0,014             | 0,014  |
| Hmota burín spolu             | kg                  | 0,011            | 0,030            | 0,012            | 0,138            | 0,076             | 0,053  |

+ — D.N — odroda 'Dobrovická N', ++DA — odroda 'Dobrovická A', +++S — odroda 'Slovmona'

## METODIKA

Merania boli uskutočnené v r. 1973, 1974 a 1975 v dvoch podnikoch v okrese Nitra, pričom boli volené tri odrody toho času pestovanej cukrovej repy ('Dobrovická N', 'Dobrovická A', 'Slovmona') k meraniam boli použité šesťriadkové súpravy v zložení 6-OCS a KC-6, pričom výsledky boli sledované a hodnotené súhrnne za celú linku. Doprava bola hodnotená samostatne, aby sme pri hodnotení strojov vylúčili organizačné nedostatky. Použité orezávače boli z výroby r. 1973 a vyorávače z r. 1974, pričom sme stroje úmyselne ponechali v nastavení z výrobného podniku v snahe po obdržaní skutočne dosahovaných výsledkov v poľnohospodárskej praxi (podľa návodu výrobcu). Je potrebné dodať, že predovšetkým výkonnosť vyorávačov bola negatívne ovplyvňovaná aj tým, že obsluhujúci pracovníci nemali dostatok skúseností s novými strojmi. Taktiež bolo možné sledovať nedostatočnú organizáciu práce pri nasadení vysokovýkonných šesťriadkových súprav, hlavne v spojitosti s riešením dopravy. Merané hodnoty:

### A) Charakteristika porastu

Niektoré podmienky práce a charakteristiky porastov sú uvedené v tab. I (použitá metodika VÚZT-Praha Řepy, ČSN 47 0136, 46 2110). Okrem toho sa merali:

- vzdialenosti buliev v riadku,
- výška hláv nad pôdou,
- výška rastlín,
- hmotnosť buliev,
- hmotnosť skrojkov,
- vyosenie buliev z riadku,
- hĺbka vyorávania.

Namerané hodnoty štatisticky vyhodnotené sú v tab. II.

B) V rámci uskutočnených meraní bola sledovaná kvalita práce strojov, kde sa zisťovalo: poškodenie orezávaním, výška rezu, nečistoty v skrojoch, čistota buliev, poškodenie vyorávaním, straty skrojkov, straty hmoty cukrovej repy za orezávačom a straty hmoty cukrovej repy za vyorávačom, dopravné straty.

C) Sledovanie časového nasadenia techniky; štruktúra časov výkonnosti strojov a ostatné exploatačné ukazovatele.

## VÝSLEDKY

### KVALITA PRÁCE

Kvalita práce strojov pre zber cukrovej repy je v podstate podmienená dobrou funkčnou činnosťou troch základných mechanizmov: orezávacieho mechanizmu, vyorávacieho mechanizmu a mechanizmov určených pre oddeľovanie zeme a prímiesí. Všetky uskutočnené merania kvality práce stroja pri zbere cukrovej repy sú viac alebo menej spojené s uvedenými mechanizmami.

Dosahovaná kvalita práce orezávača 6-OCS a vyorávača KC-6 pre roky 1973–1975 a merané podniky (Mikov Dvor a Mojmírovce) je v tab. III, grafické znázornenie pre 6-OCS je na obr. 1. Kvalita orezávania

II. Niektoré štatistické hodnoty skúmaných parciel za rok 1973 až 1975

| Ukazovateľ         |                             | Jed-notka | <i>l</i> | $\bar{x}$ | <i>l</i> % | <i>s</i> <sup>2</sup> | <i>s</i> | <i>v</i> |
|--------------------|-----------------------------|-----------|----------|-----------|------------|-----------------------|----------|----------|
| r. 1973 Mojmirovec | Vzdialenosť buliev v riadku | cm        | 173      | 38,55     | 448,80     | 543,90                | 23,21    | 60,20    |
|                    | Výška hláv nad pôdou        | cm        | 8        | 3,72      | 214,47     | 5,40                  | 2,32     | 62,36    |
|                    | Výška rastlín               | cm        | 31       | 28,05     | 110,50     | 39,25                 | 6,26     | 22,31    |
|                    | Hmotnosť buliev             | g         | 1150     | 572,00    | 201,04     | 740,16                | 272,06   | 47,56    |
|                    | Hmotnosť skrojkov           | g         | 770      | 412,00    | 181,00     | 317,24                | 178,11   | 42,23    |
| r. 1974 Mikov Dvor | Vzdialenosť buliev v riadku | cm        | 295      | 29,32     | 100,61     | 980,21                | 31,31    | 106,79   |
|                    | Výška hláv nad pôdou        | cm        | 13       | 3,36      | 386,9      | 8,97                  | 2,99     | 88,98    |
|                    | Výška rastlín               | cm        | 65       | 36,07     | 180,21     | 133,10                | 11,53    | 31,96    |
|                    | Hmotnosť buliev             | g         | 2700     | 690,00    | 390,17     | 254 736,00            | 504,80   | 72,95    |
|                    | Hmotnosť skrojkov           | g         | 1400     | 400,00    | 313,48     | 67 615,20             | 260,03   | 58,22    |
| r. 1974 Mojmirovec | Vzdialenosť buliev v riadku | cm        | 180      | 45,60     | 314,00     | 1 565,64              | 39,57    | 86,77    |
|                    | Výška hláv nad pôdou        | cm        | 18       | 5,55      | 324,32     | 14,42                 | 3,79     | 67,20    |
|                    | Výška rastlín               | cm        | 40       | 31,13     | 128,50     | 129,60                | 11,39    | 36,58    |
|                    | Hmotnosť buliev             | g         | 2600     | 1080,0    | 241,00     | 6 106,59              | 781,45   | 72,42    |
|                    | Hmotnosť skrojkov           | g         | 770      | 440,00    | 175,00     | 516,00                | 227,16   | 51,62    |
| r. 1975 Mikov Dvor | Vzdialenosť buliev v riadku | cm        | 114      | 23,10     | 493,51     | 249,89                | 15,82    | 68,48    |
|                    | Výška hláv nad pôdou        | cm        | 18       | 5,40      | 333,33     | 7,64                  | 2,76     | 51,11    |
|                    | Výška rastlín               | cm        | 45       | 34,19     | 131,60     | 76,68                 | 8,76     | 25,62    |
|                    | Hmotnosť buliev             | g         | 2040     | 541,50    | 376,74     | 1 411,79              | 375,74   | 69,39    |
|                    | Hmotnosť skrojkov           | g         | 900      | 241,49    | 372,68     | 281,45                | 167,77   | 69,47    |
|                    | Hĺbka vyorávania            | cm        | 5        | 4,38      | 114,16     | 1,13                  | 1,62     | 24,20    |
| r. 1975 Mojmirovec | Vzdialenosť buliev v riadku | cm        | 120      | 31,00     | 402,00     | 341,57                | 18,48    | 61,95    |
|                    | Výška hláv nad pôdou        | cm        | 18       | 6,83      | 263,54     | 10,84                 | 3,29     | 48,17    |
|                    | Výška rastlín               | cm        | 55       | 42,09     | 130,67     | 115,02                | 10,73    | 25,55    |
|                    | Hmotnosť buliev             | g         | 3310     | 1010,00   | 327,72     | 4 380,26              | 662,00   | 65,54    |
|                    | Hmotnosť skrojkov           | g         | 1190     | 279,00    | 426,86     | 36 649,80             | 191,44   | 68,66    |
|                    | Hĺbka vyorávania            | cm        | 7        | 5,84      | 119,86     | 1,59                  | 1,26     | 21,58    |
|                    | Vyosenie riep z riadku      | cm        | 10       | 22,55     | 44,40      | 3,37                  | 1,83     | 8,12     |

*l* — variačné rozpätie

% — variačné rozpätie v percentách

*v* — variačný koeficient

$\bar{x}$  — priemer

*s*<sup>2</sup> — rozptyl

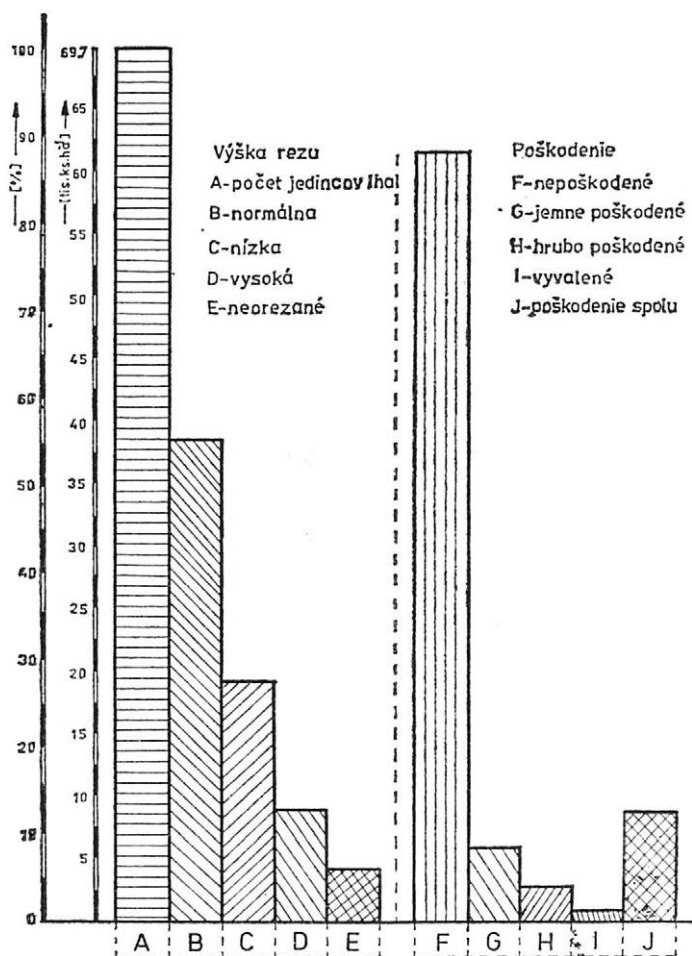
*s* — smerodajná odchýlka

### III. Kvalita práce orezávača 6-OCS a vyorávača KC-6 za r. 1973 až 1975

| Ukazovateľ                        | Požiadavky<br>ATP<br>r. 1973 | 1973       | 1974       |            | 1975       |            | Σ     |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
|                                   |                              | Mojmírovce | Mikov Dvor | Mojmírovce | Mikov Dvor | Mojmírovce |       |
| Poškodenie orezávaním (% z počtu) |                              |            |            |            |            |            |       |
| Nepoškodené                       | —                            | 88,00      | 86,65      | 89,28      | 81,06      | 93,48      | 87,69 |
| Jemne poškodené                   | —                            | 9,50       | 7,13       | 6,19       | 13,27      | 5,35       | 8,28  |
| Hrubo poškodené                   | 3                            | 2,50       | 6,22       | 4,54       | 5,67       | 1,17       | 4,02  |
| Vyvalené bulvy                    | —                            | 1,55       | 1,43       | 1,03       | 0,94       | 0,69       | 1,12  |
| Výška rezu (% z počtu)            |                              |            |            |            |            |            |       |
| Normálna                          | 76                           | 67,00      | 45,62      | 48,20      | 55,43      | 59,78      | 55,20 |
| Nizka                             | 9                            | 13,90      | 41,77      | 22,62      | 34,08      | 20,53      | 26,58 |
| Vysoká                            | 15                           | 12,10      | 8,11       | 19,90      | 7,24       | 13,97      | 12,26 |
| Neorezané bulvy                   |                              | 7,00       | 4,49       | 9,28       | 3,25       | 5,72       | 5,94  |
| Nečistoty v skrojoch %            | 1                            | 0,90       | 1,08       | 0,80       | 1,02       | 0,81       | 0,78  |
| Čistota buliev (% z hmoty)        |                              |            |            |            |            |            |       |
| Čisté bulvy                       | 90,5—84,5                    | —          | 77,00      | 80,05      | 88,00      | 87,50      | 83,13 |
| Voľná hlina                       | 4—6                          | —          | 12,20      | 9,15       | 4,50       | 4,65       | 7,62  |
| Prilnutá hlina                    | 5—9                          | —          | 10,00      | 10,05      | 5,80       | 6,35       | 8,05  |
| Organické prímеси                 | 0,5                          | —          | 0,80       | 0,75       | 1,70       | 1,50       | 1,18  |
| Nečistoty spolu                   | 9,5—15,5                     | —          | 23,00      | 19,95      | 12,00      | 12,50      | 16,85 |
| Poškodenie vyorávaním (% z počtu) |                              |            |            |            |            |            |       |
| Nepoškodené                       | 50                           | —          | 25,00      | 33,00      | 37,60      | 42,00      | 34,40 |
| Jemne poškodené                   | 30                           | —          | 50,50      | 42,00      | 40,20      | 35,50      | 42,05 |
| Hrubo poškodené                   | 20                           | —          | 24,50      | 25,00      | 22,20      | 22,50      | 23,55 |
| Poškodenie spolu                  | 50                           | —          | 75,00      | 67,00      | 62,40      | 58,00      | 65,60 |

v žiadnom prípade nedosahovala agrotechnických požiadaviek, pričom výška rezu je veľmi variabilná. Pri porovnaní podnikov lepšie výsledky boli dosiahnuté v Mojmirovciach. Výška rezu, ako základný faktor zberových strát hmoty cukrovej repy, bola ovplyvňovaná veľkou variabilitou vzdialenosti buliev v riadku (pozri tab. II — smerodajná odchýlka), ako aj veľkou variabilitou výšky hláv nad pôdou. Veľký význam tu zohrala aj tá okolnosť, že porast cukrovej repy bol vo všetkých variantoch intenzívne zaburinený (tab. I). Zaburinený porast spôsoboval veľmi intenzívne upchávanie orezávacieho mechanizmu, čo spôsobovalo vysoký zrez, prípadne neorezávanie buliev.

1. Kvalita orezávania  
v r. 1973 až 1975 (priemer) – stroj 6-OCS (‰  
a počet)



Z hodnotených rokov ako najlepší bol r. 1973 (odroda 'Dobrovická N'), kedy bolo najnižšie zaburinenie porastu a najmenej variabilný porast (tab. II), čoho dôsledkom boli aj menšie zberové straty hmoty cukrovej repy (2,85 %) za orezávačom.

Straty hmoty cukrovej repy z r. 1973–1975 sú uvedené v tab. IV a obr. 2. Priemerné hodnoty strát spôsobovaných nízkym zrezom vo všetkých meraných variantoch boli 3,89 % z hmoty buliev. Hodnoty strát z dôvodov odštiepnutia boli 0,94 % z hmoty buliev, čo bolo spôsobované nesprávne nastaveným nožom a jeho otupením. Otupenie nožov bolo dané veľkou medzerovitosťou porastu a spomenutým zaburinením porastu. Nevyrovnaný porast spôsoboval aj vyvalovanie buliev a ich nabieranie spolu so skrojkami (0,25 %).

Celkové straty spôsobené orezávačom na hmote cukrovej repy boli v priemere 5,08 %. Nad túto hodnotu vyniká rok 1974, kedy bola veľká vlhkosť pôdy.

Vyorávanie cukrovej repy spôsobovalo ďalšie narastanie strát na hmote cukrovej repy, ktoré sú cca o 2,5 % vyššie ako po orezávači. Najvyššie

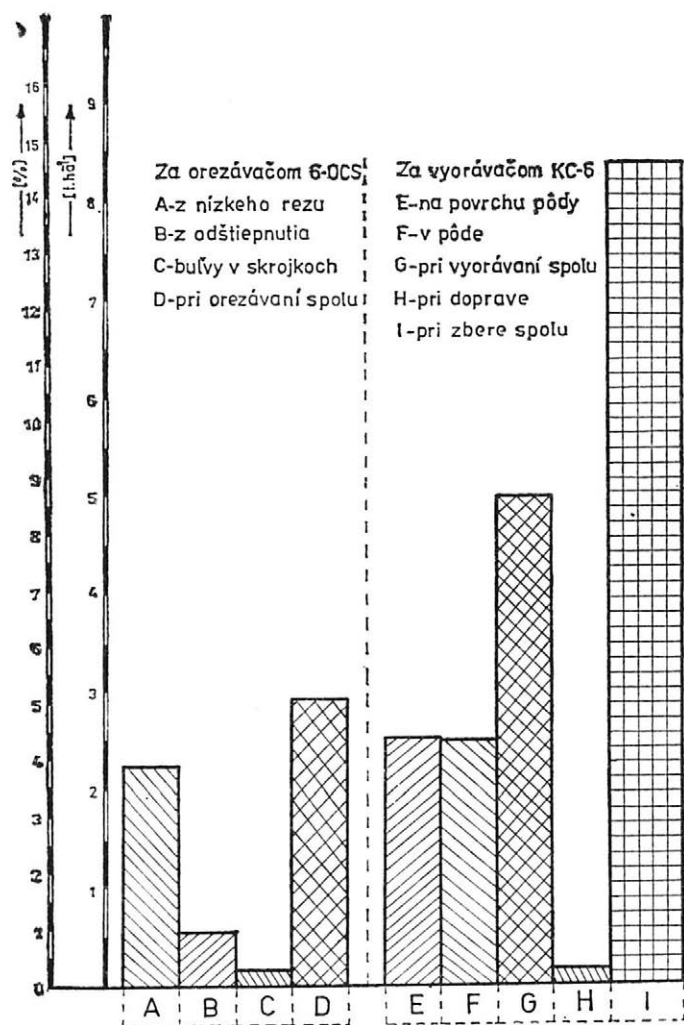
## IV. Zberové straty r. 1973 až 1975

| Ukazovateľ     |                                     |                    | 1973       | 1974       |            | 1975       |            | Ø     |
|----------------|-------------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
|                |                                     |                    | Mojmirovce | Mikov Dvor | Mojmirovce | Mikov Dvor | Mojmirovce |       |
| Orezávač 6-OCS | 1. Straty skrojkov                  | %                  |            |            |            |            |            |       |
|                | Nezobraním                          | %                  | 16,84      | 10,46      | 28,03      | 12,51      | 19,44      | 17,45 |
|                | Z vysokého rezu                     | %                  | 3,79       | 1,36       | 3,03       | 3,63       | 4,09       | 3,18  |
|                | Z neorezaných                       | %                  | 4,17       | 1,46       | 2,14       | 1,77       | 2,82       | 2,47  |
|                | Straty spolu                        | %                  | 24,80      | 13,28      | 33,20      | 17,91      | 26,35      | 23,10 |
|                | Straty spolu                        | t ha <sup>-1</sup> | 5,89       | 4,48       | 7,11       | 4,24       | 5,72       | 5,48  |
|                | 2. Straty hmoty cukrovej repy       | %                  |            |            |            |            |            |       |
|                | z nízkeho rezu                      | %                  | 1,76       | 5,85       | 1,62       | 6,65       | 3,58       | 3,89  |
|                | z odštiepnutia                      | %                  | 0,85       | 1,05       | 0,48       | 1,99       | 0,35       | 0,94  |
|                | bulvy v skrojkách                   | %                  | 0,24       | 0,38       | 0,35       | 0,17       | 0,12       | 0,25  |
|                | strata c. hmoty spolu               | %                  | 2,85       | 7,28       | 2,45       | 8,81       | 4,05       | 5,08  |
|                | strata c. hmoty spolu               | t ha <sup>-1</sup> | 0,94       | 3,79       | 1,29       | 4,55       | 2,93       | 2,70  |
| Vyorávač KC-6  | 3. Straty za vyorávačom             | %                  |            |            |            |            |            |       |
|                | na povrchu pôdy                     | %                  | —          | 3,38       | 4,71       | 3,91       | 5,32       | 4,33  |
|                | prepad za stroj                     | %                  | —          | 0,01       | 0,01       | 0,01       | 0,01       | 0,01  |
|                | na povrchu spolu                    | %                  | —          | 3,39       | 4,72       | 3,92       | 5,33       | 4,34  |
|                | v pôde                              | %                  | —          | 6,47       | 6,04       | 2,91       | 1,91       | 4,33  |
|                | pri vyorávaní spolu                 | %                  | —          | 9,86       | 10,75      | 6,83       | 7,24       | 8,67  |
|                | pri vyorávaní spolu                 | t ha <sup>-1</sup> | —          | 5,73       | 5,63       | 3,52       | 5,24       | 5,03  |
|                | straty dopravou                     | %                  | —          | 0,36       | 0,34       | 0,12       | 0,26       | 0,27  |
|                | straty dopravou                     | t ha <sup>-1</sup> | —          | 0,19       | 0,18       | 0,06       | 0,19       | 0,15  |
|                | Zberové straty spolu                | %                  | —          | 17,43      | 13,55      | 15,76      | 11,55      | 14,57 |
|                | Zberové straty cukrovej hmoty spolu | t ha <sup>-1</sup> | —          | 9,71       | 7,11       | 8,14       | 8,36       | 8,33  |

z týchto strát sú na povrchu pôdy spôsobené jednak vyosením riadkov, ktorých rozptyl bol  $\approx 5$  cm (zatiaľ čo u ATP povoľuje  $\approx 3$  cm), jednak veľkou variabilitou priemeru buliev, ich výšky (obr. 3) a hmotnosti (tab. II). Veľké rozmery buliev v spojitosti s vyosením spôsobovali ich rozrezávanie samotným vyorávacím ústrojenstvom.

Vzhľadom na vysoké straty a poškodzovanie buliev pri vyorávaní sme sledovali nedodržiavanie teoretickej hĺbky vyorávania (obr. 4). Stredná hodnota zahĺbenia orbových telies bola 5,84 cm (tab. II), čo môžeme pokladať za dostačujúcu hodnotu. Pričom rozptyl zahĺbenia bol 119,86 %, ďalšie hodnoty sú uvedené v tabuľke. Veľký rozptyl zahĺbenia bol daný nevhod-

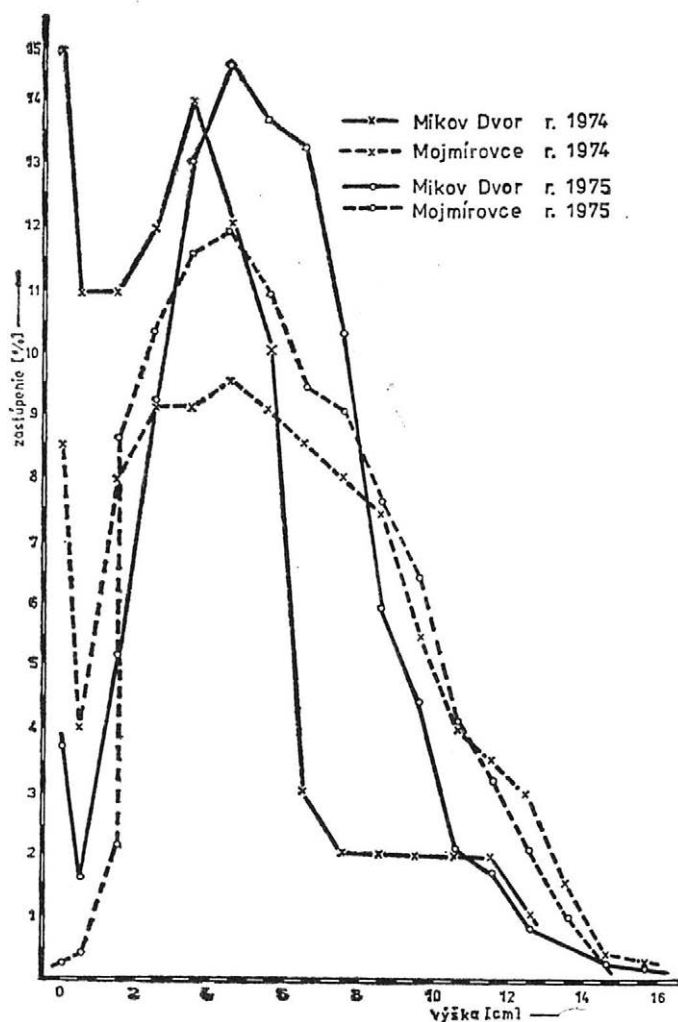
2. Straty hmoty cukrovej repy pri zbere — priemer za r. 1973 až 1975 (% hmoty a t ha<sup>-1</sup>)



nou jesennou a jarnou prípravou pôdy v r. 1974, kedy boli extrémne podmienky. Nerovnomerné zahĺbenie spôsobovalo zbytočné preťažovanie stroja pôdou a zhoršenie čistenia a automatického navádzania stroja; pri malom zahĺbení vznikajú straty spôsobované vyorávacími telesami (rozrezávanie buliev atď.).

Vyorávač KC-6 v týchto ťažkých pracovných podmienkach pracoval zníženou pracovnou rýchlosťou, čo spôsobovalo zvýšené poškodenie buliev (bulvy postupovali cez stroj v menšej vrstve, čo umožňovalo ich intenzívnejší styk s čistiacimi mechanizmami, a tým aj ich zvýšené poškodenie). Toto poškodenie dosahovalo hodnôt hrubého poškodenia 23,55 % a celkového poškodenia 65,60 %. Vysoký stupeň poškodenia bude potrebné u vyorávača KC-6 technicky doriešiť. Výsledky dosahované inými autormi sú priaznivejšie, je treba však povedať, že úrody dosahované v skúmaných podnikoch boli v priemere 52,2 t ha<sup>-1</sup>. Tieto vysoké úrody v súčinnosti

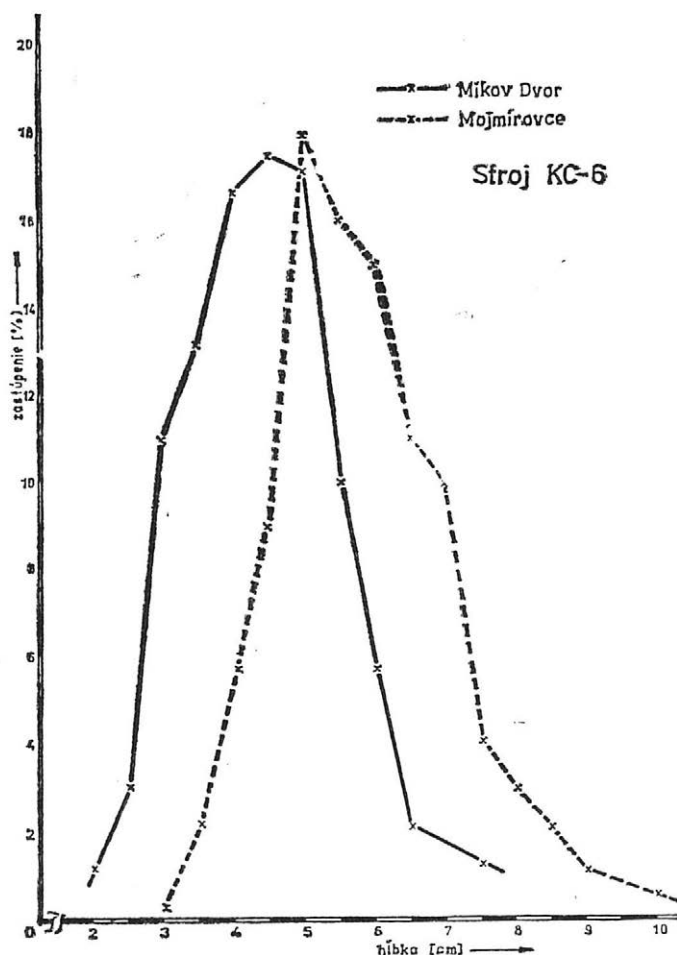
### 3. Výška hláv nad půdou



s veľkou variabilitou hmotnosti buliev (smerodajná odchýlka hmotnosti buliev bola v rozsahu 272,06 do 781,45 – tab. II), nedodržaním riadkových rozstupov, ako aj nevykonávaním sejby v smere sever – juh, vyžadujú zvýšenie vstupnej medzery medzi vyorávacími telesami. Nedodržanie agrotechnických zásad vedie k zhoršeniu vyrovnanosti riadkov už pri sejbe a ošetrovaní, čo v konečnom dôsledku vyžaduje rozšírenie vstupnej medzery medzi vyorávacími telesami. Pri nedostatočnej medzere je nebezpečie rozrezávania buliev i pri správnom navádzaní stroja na riadok. Túto je možné uskutočniť v podstatnejšej miere len zvýšením medziriadkovej vzdialenosti. Táto požiadavka vstupuje do popredia obzvlášť v oblastiach južného Slovenska, poprípade na zavlažovaných parcelách. Celkové straty pri vyorávaní činili 8,67 % a spolu orezávač a vyorávač 13,75 %.

Zhodnotením uvedených výsledkov je možné urobiť záver, že straty hmoty cukrovej repy, ako aj skrojkov boli v maximálnej miere spôsobované





nedodržaním požadovaného rozstupu riadkov už pri samotnej sejbe a nevyrovnanosťou porastu (výška, nadzemná časť buliev, priemer, hmotnosť), čo bolo spôsobené nevhodnou sejbou, agrotechnikou pestovania a nízkou polnou vschádzavosťou osiva. Nízka účinnosť chemických prostriedkov spôsobila veľký výskyt burín, čo taktiež nepriaznivo ovplyvnilo mechanizovaný zber.

#### SLEDOVANIE ČASOVÉHO NASADENIA TECHNIKY

Okrem sledovania kvality práce súpravy na zber cukrovej repy sme sa zaoberali aj zisťovaním časových snímok. Boli sledované všetky čiastkové časy podľa ČSN.

Všeobecne je možné konštatovať, že pomerne nízky podiel času pripadá na priamu prácu strojov (tab. V). Pri orezávači na hlavný čas ( $T_1$ ) pripadalo len 35,79 % času, z  $T_{07}$ . Pri vyorávači to predstavovalo ešte menej – 33,73 %. Hlavnou príčinou nízkeho podielu času pripadajúceho na čas  $T_1$  boli technologické poruchy  $T_{41}$  a technické poruchy  $T_{42,43}$ . Bolo to

| Stroj                                        | Orežávač 6-OCS         |                      |                                     | Vyorávač KC-6          |                      |                                  |
|----------------------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Ukazovateľ                                   | %<br>z T <sub>07</sub> | min ha <sup>-1</sup> | min 10 t <sup>-1</sup><br>skrojčkov | %<br>z T <sub>07</sub> | min ha <sup>-1</sup> | min 10 t <sup>-1</sup><br>buliev |
| T <sub>1</sub> — čas hlavný                  | 35,79                  | 49,75                | 20,40                               | 33,73                  | 51,04                | 9,78                             |
| T <sub>21</sub> — na otáčanie                | 4,83                   | 6,71                 | 2,76                                | 5,78                   | 8,74                 | 1,67                             |
| T <sub>22</sub> — technologickú obsluhu      | 0,80                   | 1,12                 | 0,46                                | 0,83                   | 1,26                 | 0,24                             |
| T <sub>23</sub> — jazda na prázdno           | 0,92                   | 1,28                 | 0,52                                | 0,88                   | 1,33                 | 0,26                             |
| T <sub>2</sub> — čas vedľajší                | 6,55                   | 9,11                 | 3,74                                | 7,49                   | 11,34                | 2,17                             |
| T <sub>02</sub> — čas operatívny             | 42,34                  | 58,86                | 24,14                               | 41,22                  | 62,38                | 11,95                            |
| T <sub>31</sub> — na technickú údržbu        | 5,75                   | 7,99                 | 3,28                                | 6,70                   | 10,15                | 1,94                             |
| T <sub>33</sub> — na prvé zriaďovanie stroja | 0,39                   | 0,55                 | 0,22                                | 0,65                   | 0,97                 | 0,19                             |
| T <sub>3</sub> — na prípravu stroja          | 6,14                   | 8,54                 | 3,50                                | 7,35                   | 11,12                | 2,13                             |
| T <sub>41</sub> — technologické poruchy      | 6,83                   | 9,50                 | 3,90                                | 13,87                  | 20,99                | 4,02                             |
| T <sub>42</sub> — technické poruchy drobné   | 10,57                  | 14,70                | 6,03                                | 3,01                   | 4,58                 | 0,88                             |
| T <sub>43</sub> — technické poruchy väčšie   | 3,82                   | 5,31                 | 2,18                                | 1,20                   | 1,81                 | 0,35                             |
| T <sub>44</sub> — čakanie na opravu          | 1,06                   | 1,47                 | 0,60                                | —                      | —                    | —                                |
| T <sub>4</sub> — odstránenie závad           | 22,28                  | 30,98                | 12,71                               | 18,08                  | 27,38                | 5,25                             |
| T <sub>04</sub> — čas produktívny            | 70,76                  | 98,38                | 40,35                               | 66,65                  | 100,88               | 19,33                            |
| T <sub>5</sub> — čas obsluhy                 | 6,88                   | 9,56                 | 3,92                                | 5,19                   | 7,88                 | 1,51                             |
| T <sub>61</sub> — prejazdy                   | 4,99                   | 6,87                 | 2,82                                | 4,53                   | 6,85                 | 1,31                             |
| T <sub>63</sub> — príprava záhonu            | 1,60                   | 2,23                 | 0,91                                | 1,69                   | 2,43                 | 0,47                             |
| T <sub>6</sub> — zahájenie a ukončenie práce | 6,55                   | 9,10                 | 3,73                                | 6,22                   | 9,28                 | 1,78                             |
| T <sub>71</sub> — iným členom súpravy        | 6,86                   | 9,53                 | 3,91                                | 13,33                  | 20,16                | 3,86                             |
| T <sub>72</sub> — organizačné                | 8,96                   | 12,44                | 5,10                                | 8,61                   | 13,02                | 2,49                             |
| T <sub>7</sub> — ostatné prestoje            | 15,82                  | 21,97                | 9,01                                | 21,94                  | 33,18                | 6,35                             |
| T <sub>07</sub> — celkový čas nasadenia      | 100,00                 | 137,01               | 57,01                               | 100,00                 | 151,22               | 28,97                            |

spôsobené u orezávača upchávaním orezávacieho ústrojenstva a dopravníkov vysokým percentuálnym zastúpením burín.

Pri vyorávači to bolo spôsobované zalepovaním a upchávaním stroja vlhkou pôdou. Technologické poruchy reprezentované časom  $T_{41}$  boli u vyorávača o niečo vyššie (cca 7 %) ako u orezávača a naopak technické poruchy boli vyššie u orezávača (cca 7 %) ako u vyorávača. Príčina technických porúch u orezávača bola v poškodzovaní dopravníkov.

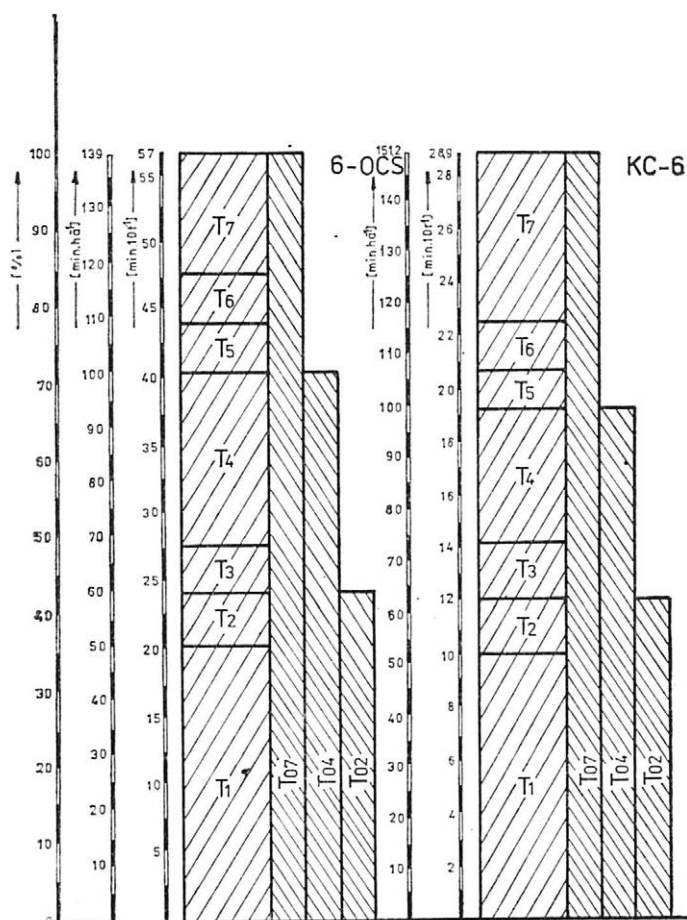
Ďalšou príčinou zníženia využitia času  $T_{07}$  boli prestoje spôsobené iným článkom súpravy ( $T_{71}$  — tab. V), ktoré pri orezávači predstavovali 6,86 % a pri vyorávači až 13,33 %.

Ešte väčšie zníženie využitia času  $T_{07}$  spôsobili organizačné prestoje, ktoré boli v priemere 8,8 %, a to ako pri orezávači, tak aj pri vyorávači.

Hlavné príčiny organizačných strát spočívali v nedostatočnej kapacite a organizácii dopravnej techniky.

Bližšie údaje charakterizujúce spotrebu času v minútach na hektár spracovanej plochy a v minútach na 10 t skrojkov a buliev sú v tab. V a na obr. 5.

5. Spotreba času v % z  $T_{07}$ , min  $ha^{-1}$  a min 10  $t^{-1}$  v r. 1973 až 1975 (priemer)

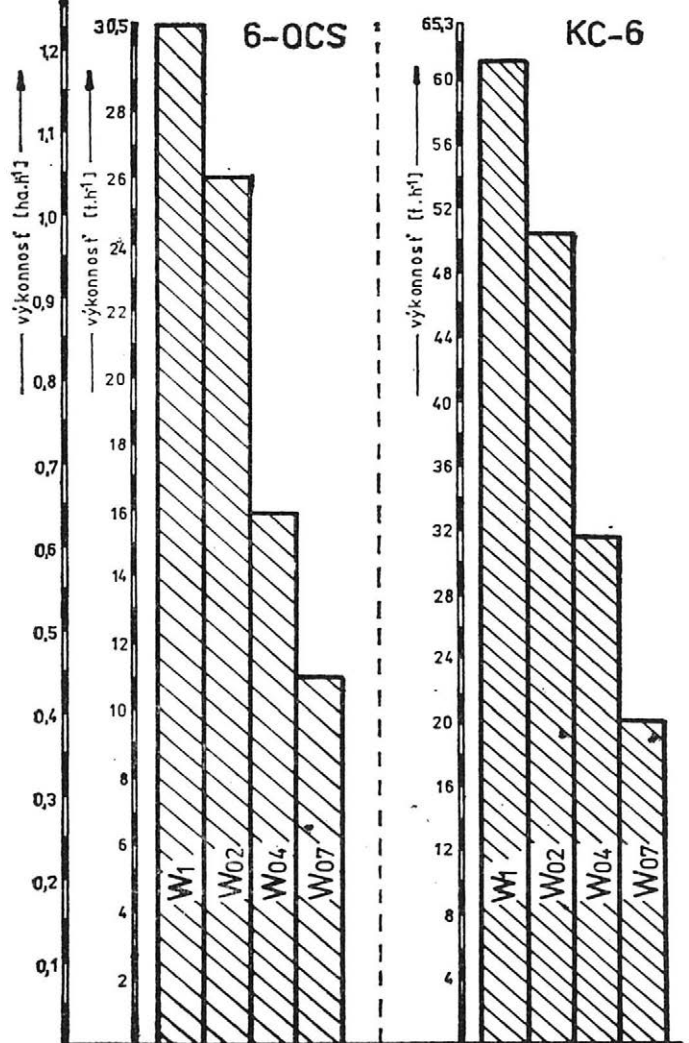


Z uvedených výsledkov je možné povedať, že v oblasti využitia strojov v podmienkach poľnohospodárskej praxe sú veľké rezervy a je potrebné odstraňovať nedostatky. Predovšetkým boli veľké rezervy v časoch  $T_{72}$ , ktoré predstavovali 12,5 min  $ha^{-1}$ , ale taktiež vo skracovaní času  $T_4$  vhodnou technickou údržbou mimo času  $T_{07}$ , ktorý bol 30,98 min  $ha^{-1}$  u orezávača a 27,38 min  $ha^{-1}$  u vyorávača.

Ani dosahované výkonnosti stroja nespĺňali požiadavku ATP. Z tab. VI a obr. 6 je vidieť, že výkonnosť orezávača v čase  $T_1$  je v priemere až 1,23  $ha h^{-1}$ , no v čase  $T_{07}$  len 0,44  $ha h^{-1}$ . U vyorávača bola výkonnosť

| Orezávač 6-OCS                                              | 1973       | 1974       |            | 1975       |            | Ø    |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
|                                                             | Mojmírovce | Mikov Dvor | Mojmírovce | Mikov Dvor | Mojmírovce |      |
| W <sub>1</sub> — hodinová výkonnosť za čas hlavný           | 1,29       | 1,11       | 1,11       | 1,31       | 1,36       | 1,23 |
| W <sub>22</sub> — hodinová výkonnosť za čas operatívny      | 1,06       | 0,97       | 0,88       | 1,17       | 1,13       | 1,04 |
| W <sub>04</sub> — hodinová výkonnosť za čas produktívny     | 0,84       | 0,70       | 0,54       | 0,57       | 0,53       | 0,64 |
| W <sub>07</sub> — hodinová výkonnosť za čas T <sub>07</sub> | 0,51       | 0,44       | 0,46       | 0,43       | 0,34       | 0,44 |
| K <sub>22</sub> — koeficient využitia operatívneho času     | 0,82       | 0,89       | 0,80       | 0,89       | 0,83       | 0,84 |
| K <sub>04</sub> — koeficient využitia produktívneho času    | 0,65       | 0,63       | 0,48       | 0,46       | 0,45       | 0,53 |
| K <sub>07</sub> — koeficient využitia celkového času        | 0,40       | 0,40       | 0,42       | 0,32       | 0,25       | 0,36 |
| K <sub>22</sub> — koeficient technologickej obsluhy         | 0,98       | 0,97       | 0,98       | 0,98       | 0,99       | 0,98 |
| K <sub>31</sub> — koeficient technickej obsluhy             | 0,86       | 0,90       | 0,87       | 0,86       | 0,86       | 0,85 |
| K <sub>41</sub> — koeficient technologickej pohotovosti     | 0,98       | 0,85       | 0,86       | 0,78       | 0,78       | 0,85 |
| K <sub>42</sub> — koeficient technickej pohotovosti         | 0,88       | 0,88       | 0,67       | 0,76       | 0,71       | 0,78 |
| K <sub>4</sub> — koeficient pracovnej pohotovosti           | 0,91       | 0,79       | 0,66       | 0,55       | 0,57       | 0,69 |
| Vyorávač KC-6                                               |            |            |            |            |            |      |
| W <sub>1</sub> — hodinová výkonnosť za čas hlavný           | —          | 0,72       | 1,25       | 1,59       | 1,16       | 1,18 |
| W <sub>02</sub> — hodinová výkonnosť za čas operatívny      | —          | 0,61       | 0,97       | 1,35       | 0,96       | 0,97 |
| W <sub>04</sub> — hodinová výkonnosť za produktívny čas     | —          | 0,36       | 0,68       | 0,96       | 0,46       | 0,61 |
| W <sub>07</sub> — hodinová výkonnosť za čas T <sub>07</sub> | —          | 0,30       | 0,49       | 0,44       | 0,33       | 0,39 |
| K <sub>02</sub> — koeficient operatívneho času              | —          | 0,85       | 0,77       | 0,85       | 0,83       | 0,82 |
| K <sub>04</sub> — koeficient využitia produktívneho času    | —          | 0,50       | 0,54       | 0,60       | 0,43       | 0,52 |
| K <sub>07</sub> — koeficient využitia celkového času        | —          | 0,42       | 0,39       | 0,28       | 0,28       | 0,34 |
| K <sub>22</sub> — koeficient technologickej obsluhy         | —          | 0,98       | 0,98       | 0,95       | 0,98       | 0,97 |
| K <sub>31</sub> — koeficient technickej obsluhy             | —          | 0,92       | 0,87       | 0,78       | 0,76       | 0,83 |
| K <sub>41</sub> — koeficient technologickej pohotovosti     | —          | 0,63       | 0,74       | 0,94       | 0,60       | 0,73 |
| K <sub>42</sub> — koeficient technickej pohotovosti         | —          | 0,88       | 0,95       | 0,95       | 0,89       | 0,92 |
| K <sub>4</sub> — koeficient celkovej pracovnej pohotovosti  | —          | 0,64       | 0,77       | 0,92       | 0,59       | 0,73 |

v čase T<sub>1</sub> veľmi variabilná a v priemere je o niečo menšia ako u orezávača. Dosahovala hodnotu 1,18 ha h<sup>-1</sup>. Výkonnosť vyorávača bola veľmi úzko závislá od vlhkosti pôdy a podľa našich výsledkov má vyorávač KC-6 vysokopreukaznú väčšiu výkonnosť v podmienkach, keď je vlhkosť pôdy pod 20 %. Pri vyšších vlhkostiach dochádzalo k častému upchávaniu strojov a k zhoršovaniu kvality práce. Naproti tomu bolo zistené, že orezávač 6-OCS dosahuje aj pri vlhkosti pôdy nad 20 % približne rovnakú výkonnosť. Hodnoty exploatačných koeficientov sú uvedené v tab. VI.



V závere toho hodnotenia je možné povedať, že výkonnosti strojov sú zhodné pri priemernej vlhkosti pôdy. V suchších pôdach má vyorávač vyššiu výkonnosť ako orezávač a naopak. Bolo zistené, že viac technických porúch sa vyskytovalo u orezávača (dopravníky) a viac technologických porúch bolo u vyorávača (upchávanie, zalepovanie pracovných orgánov pôdou). Odstránenie technologických porúch vyorávača pri vlhkej pôde trvalo v priemere 20 až 30 minút pri opakovateľnosti do 1 hod.

#### Literatúra

SATORIA, S.: Záverečný protokol č. 3222. Stát. zkušebna zem. strojů, Praha - Řepy 1975.

ŠPELINA, M. aj.: Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. Praha 1973.  
Dvojřákový zber cukrovej repy. Zborník z konferencie. SVTS — Dom techniky, Košice 1973.  
Technologie pěstování cukrovky bez ruční práce. Agroplan, Praha 1974.  
Výzkum velkokapacitních sklizečů cukrovky. Zpráva č. 816, 1970.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ДЮРИШ М., ПАЛТИК Й., ПЕРНАК Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Оценка работы шестирядных комплектов во время уборки сахарной свеклы. Zem. technika 22 (3-4) : 213-227, 1976.

В статье мы сосредоточили свое внимание на изучении качественных сторон, а также производительности шестирядного комплекта для уборки сахарной свеклы в составе 6-ОЦС и КЦ-6 в сельскохозяйственной практике. Мы пришли к выводу, что качество уборочных работ и достигнутые производительности очень зависят от последовательной агротехники возделывания сахарной свеклы, высокой полевой всхожести (смыкание всходов), последовательного прореживания сахарной свеклы, а также от почвенных и климатических условий. В статье приводятся: характеристика всходов, качество работы; потери во время уборки, а также анализ внедрения машин во время уборки сахарной свеклы необходимо видеть в целом комплексе соблюдения качества работы и организации труда, начиная с подготовки почвы и кончая уборкой.

свеклоуборочные машины; характеристика всходов; качество труда; потери производительности; затрата времени

DURIŠ M., PÁLTÍK J., PERNAK J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). Evaluation of the Work of Six-Row Sets of Sugar-Beet Harvesters. Zem. technika 22 (3-4) : 213-227, 1976.

This paper deals with the quality values and performance of six-row sets of sugar-beet harvester consisting of the 6-OCS and KC-6 attachments in agricultural practice. We concluded that the quality of harvesting and the gained performance depended, to a high degree, on the consistency of the used cultural practices for sugar-beet growing, on the high emergence rate (stand shading), on thorough sugar-beet singling and on the soil and climatic conditions. The paper contains: the characteristics of the stand, the quality of work; the losses during harvesting and the analysis of the exploitation of machines for sugar-beet harvesting must be considered in the entire complexity of keeping the quality of work and organisation, beginning with the preparation of soil and terminating with harvesting. sugar-beet harvesters; characteristics of the stand; quality of work; losses of performance; time consumption

DURIŠ M., PÁLTÍK J., PERNAK J. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). Bewertung der Arbeit von sechsreihigen Arbeitszügen für die Zuckerrübenenernte. Zem. technika 22 (3-4) : 213-227, 1976.

Der Aufsatz wurde auf die Verfolgung der qualitätsgemäßen Beziehungen sowie der Leistungsfähigkeit des sechsreihigen Arbeitszuges für Zuckerrübenenernte, zusammengesetzt aus der Maschine 6-OCS und KC-6, in landwirtschaftlicher Praxis gerichtet. Man gelangte zum Schluß, daß die Erntearbeitsgüte und die erzielten Leistungen von der folgerichtigen Agrotechnik des Zuckerrübenanbaus, vom hohen Feldaufgang (Eingliederung des Bestandes), folgerichtiger Zuckerrübenvereinzelung sowie Boden- und Klimabedingungen stark abhängig sind. Im Aufsatz werden auch angeführt: Charakteristik des Bestandes, Arbeitsgüte, Ernteverluste sowie Analyse des Maschineneinsatzes bei der Zuckerrübenenernte, die man im ganzen Komplex der Einhaltung von Arbeitsgüte und -organisation, beginnend mit der Bodenvorbereitung und abschließend mit der Ernte sehen muß.

Maschinen für die Zuckerrübenenernte; Charakteristik des Bestandes; Arbeitsgüte; Leistungsverluste; Zeitaufwand

---

Adresa autorov:

Doc. ing. Marko Duriš, CSc., ing. Jaroslav Páltik, CSc., ing. Ján Pernak, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---



# ODOLNOSŤ TVRDONÁVAROV Fe-Cr-Mn PROTI ABRAZÍVNEMU OPOTREBENIU V PÔDNYCH PODMIENKACH

R. Tolnai, J. Balla, M. Marko, P. Sečkář

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

TOLNAI R., BALLA J., MARKO M., SEČKÁŘ P. *Odolnosť tvrdonávarov Fe-Cr-Mn proti abrazívnemu opotrebeniu v pôdnych podmienkach*. Zem. technika 22 (7) : 229-235, 1976.

Príspevok predkladá dosiahnuté experimentálne výsledky odolnosti proti opotrebeniu niektorých návarových materiálov československej výroby legovaných chrómom a mangánom, ktoré boli odskúšané v prevádzkových podmienkach. Najvyššiu odolnosť proti opotrebeniu preukázal návar elektródou E-B 518 — žihavý, a to  $\psi = 3,08$ . Podobne vysokú odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu preukázal tiež návar E-B 518 v prírodnom stave a E-B 513 kalený, ktorých  $\psi$  je väčšia ako 2,9. U elektródy E-B 511 sa javí vysoký obsah chrómu neefektívny v dôsledku nízkej hodnoty odolnosti proti opotrebeniu  $\psi = 1,4$ . Použitie návarových materiálov legovaných mangánom v podmienkach prevádzkovej skúšky prinieslo iba čiastočné zvýšenie oteruvzdornosti. Dosiahnuté experimentálne výsledky môžu účelne poslúžiť praxi pri výrobe vhodných návarových elektród pre abrazívne namáhané plochy.

odolnosť proti opotrebeniu; abrazívne opotrebenie; naváranie; prídavné materiály; štruktúra materiálu; pôdne podmienky

---

Pôda ako abrazívne prostredie svojimi špecifickými vlastnosťami spôsobuje intenzívne opotrebenie a tým zníženie životnosti funkčných častí poľnohospodárskych strojov. Aplikáciou vhodných tvrdonávarových materiálov na pracovné plochy nástrojov môžeme predĺžiť ich životnosť a prevádzkyschopnosť.

Významnú skupinu tvrdonávarových zliatin odolných proti abrazívnemu opotrebeniu tvoria zliatiny Fe-Cr a Fe-Mn.

Z výsledkov skúšok na opotrebenie zliatin Fe-Cr podľa Chruščeva a i. (1971) vyplýva, že so zväčšovaním množstva uhlíka sa zvyšuje odolnosť proti opotrebeniu ako u návarov obsahujúcich okolo 5 % chrómu, tak aj u návarov obsahujúcich do 26,0 % chrómu. Avšak intenzívnejšie narastanie odolnosti voči opotrebeniu je u zliatin s obsahom 5 až 26 % chrómu. Ukazuje sa, že jednu a tú istú odolnosť proti opotrebeniu možno dostať pri menších množstvách uhlíka a chrómu.

Pri abrazívnom opotrebení sa prejavuje pôsobenie kremenného piesku ako abrazíva, zväčšenie obsahu uhlíka v chrómových zliatinách priaznivo pôsobí na oteruvzdornosť. Z toho vyplýva, že u zliatin s vysokým obsa-



hom uhlíka sa zväčšovaním obsahu chrómu do 7 % odolnosť proti opotrebeniu zvyšuje.

Zo skúšok na opotrebenie ďalej vyplýva, že najväčšia stredná odolnosť proti opotrebeniu zliatiny Fe-Cr-C sa dosahuje pri percentuálnom pomere Cr : C = (2 - 7) : 1. Pri ďalšej zmene tohoto pomeru oteruvzdornosť klesá.

Vysokú odolnosť proti opotrebeniu preukazuje austeniticko-mangánová liatina. Podľa výsledkov práce Li a d s k e h o (1968) dáva premena austenitu na vysokooteruvzdorný martenzit a jeho spojenie s karbidmi mangánovým zliatinám vysokú odolnosť proti opotrebeniu. V železo-mangánových zliatinách s obsahom mangánu 1,25 až 1,50 % má zmena pomernej oteruvzdornosti zložitý charakter, čo súvisí so špecifickým vplyvom mangánu na formovanie štruktúry.

Pri obsahu 5,1 % mangánu v zliatine sa vytvára mangánový martenzit, ktorý má veľkú hustotu dislokácií, čo znižuje pomernú odolnosť proti opotrebeniu. Zvyšovaním obsahu mangánu od 5,1 do 14,1 % sa zvyšuje oteruvzdornosť zliatin 1,3krát.

Zvyšovaním množstva mangánu v zliatinách prebiehajú martenzitické premeny za pomerne nízkych teplôt, pričom sa v štruktúre vytvára veľké množstvo zbytkového austenitu. V zliatinách o obsahu mangánu 10 až 27 % prebieha premena, pri ktorej sa mriežka mení na hexagonálnu sústavu. Ďalšie zvyšovanie obsahu mangánu do 22,5 % podmieňuje vznik austenitickej štruktúry s hexagonálnou fázou. V zliatine o vysokom obsahu mangánu 25 - 30 % sa zvyšuje oteruvzdornosť 1,75krát.

Mangánová zliatina pozostáva z nestáleho austenitu, austeniticko-martenzitickej zmesi, karbidov a plastického grafitu. Žihanie austeniticko-mangánového kovu podmieňuje vylučovanie karbidov a ich rozloženie. Je možný predpoklad vytvorenia takého režimu žihania, pri ktorom budeme predpokladať vylučovanie karbidov, čím dôjde k zvýšeniu tvrdosti zliatiny, mikrotvrdosti austenitu a odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu.

Tepelným spracovaním chrómových a mangánových zliatin sa zvýši množstvo a zmení rozloženie karbidov a martenzitu v štruktúrálnej stavbe, čo vedie ku zvýšenej odolnosti proti opotrebeniu.

#### I. Chemické zloženie materiálov

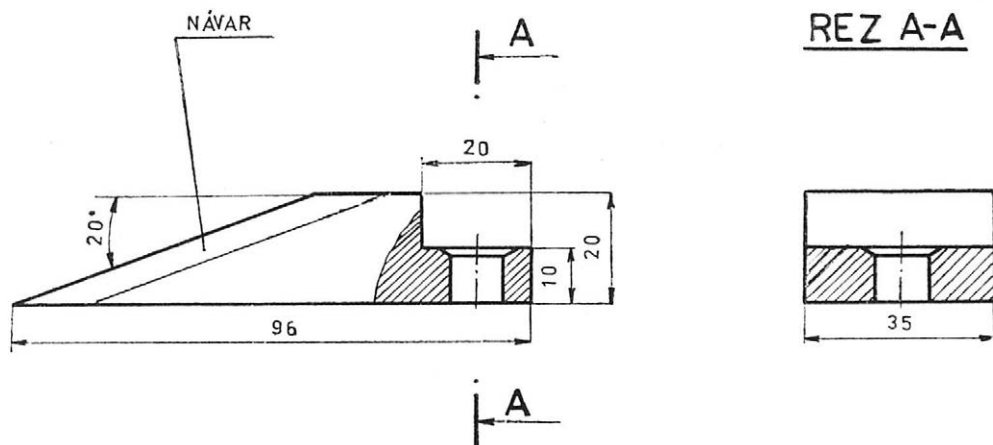
| Elektroda | Chemické zloženie [%] |       |      |       |       |       |
|-----------|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|
|           | C                     | Mn    | Si   | Cr    | P     | S     |
| E-B 511   | 0,19                  | 0,38  | 0,22 | 16,62 | —     | —     |
| E-B 513   | 1,70                  | 0,51  | 0,36 | 12,64 | —     | —     |
| E-B 518   | 3,97                  | 0,52  | 0,44 | 24,00 | —     | —     |
| E-B 501   | 0,40                  | 1,60  | 1,20 | —     | —     | —     |
| E-B 502   | 0,10                  | 0,90  | 0,90 | 3,00  | —     | —     |
| E-B 505   | 0,80                  | 1,20  | 1,10 | 1,80  | —     | —     |
| E-B 544   | 1,20                  | 12,50 | 1,80 | —     | —     | —     |
| 11600.0   | 0,47                  | 0,51  | 0,19 | —     | 0,013 | 0,029 |

## VÝBER POUŽITÝCH MATERIÁLOV

Ku skúškam boli použité elektródy čs. výroby, uvedené v tab. I, a materiál ČSN 11600.0 slúžiaci ako etalón. V tab. I je uvedený prehľad chemického zloženia použitých materiálov.

## PRÍPRAVA SKÚŠOBNÝCH VZORIEK

Pri návrhu skúšobného telieska sa vychádzalo z požiadavky, aby pracovná plocha bola dostatočne veľká a aby pôsobenie abrazívnej hmoty (pôdy) bolo dostatočne preukazné bez náhodných vplyvov. Zvažovala sa najnamáhanejšia časť, ktorá je vystavená tlakom; pritom sa muselo brať do úvahy aj to, aby sa výsledky opotrebenia dali dobre kontrolovať na analytických váhach. Základné rozmery klina zostali bez porušenia, aby nebola narušená jeho funkčná časť. Po zvážení týchto okolností bolo navrhnuté skúšobné teliesko tvaru jednostranného klina (obr. 1). Na jeho výrobu sa použil základný materiál ČSN 11 6000, ktorý je totožný s dlátom vyorávacieho noža.



1. Tvar skúšobnej vzorky

Skúšobné telieska boli navrhnuté ako výmenné jednostranné klíny podľa obr. 1 tak, aby sa po určitej pracovnej dráhe mohli dať vymeniť. Vyrobili sa dva druhy skúšobných teliesok. Prvý typ boli etalóny – porovnávacie telieska a druhý typ boli skúšobné telieska pre naváranie, ktorých rozmer bol volený vzhľadom na počítanú trojvrstvovú hrúbku návaru.

Pre každý druh návarového materiálu a príslušné tepelné spracovanie sa vyhotovili tri skúšobné telieska.

Súčasne s návrhom geometrického tvaru skúšobného telieska sa prihliadalo aj na spôsob uchytienia vzoriek. K tomuto účelu sme upravili dláto vyorávacieho noža podľa častí uchytienia skúšobného telieska a na spodnú časť noža sme privarili podperu.

Vlastné naváranie sa robilo ručne elektrickým jednosmerným prúdom. Pre vylúčenie premiešania základného a prídavného materiálu v povrchovej vrstve sme volili trojvrstvový návar.

#### TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiály uvedené v tab. I (návary) boli skúšané v prírodnom stave a návary elektród E-B 501, E-B 513 a E-B 518 boli skúšané i po tepelnom spracovaní.

Návar elektródou E-B 501 bol po navarení kalený z teploty 870 °C do vody.

Návar elektródou E-B 513 bol po navarení kalený z teploty 940 °C do oleja a popustený pri 200 °C a ochladený na vzduchu.

Návar elektródou E-B 518 sa po navarení žihal pri teplote 570 °C po dobu 20 hodín.

#### PODMIENKY PREVÁDZKOVÝCH SKÚŠOK

Použité zariadenia: Ku skúškam na odolnosť návarových materiálov na opotrebovanie sa ako skúšobné zariadenie použil vyorávač repy VRN-3 v agregácii s traktorom Z-5611 (obr. 2).



2. Celkový pohľad na pracovnú časť vyorávača

Prevádzkové skúšky sme vykonali na JRD Jelenec pri zbere cukrovej repy. Výmera honu Dolné lúky, kde sa merilo, je 43,67 ha. Hon je zaradený podľa výsledkov podrobných skúšok do pôdnej skupiny II, podskupiny a. Pôda je tvorená z 50 % nivnou pôdou glejovou, nie vápenatou, miestami sú slabo vápenaté nivné uložieniny. Druhú polovicu, t. j. spodnú časť honu, tvorí nivná pôda. Toto rozdelenie pôdy je kolmo na smer riadkov cukrovej repy, pretože všetky vzorky boli odskúšané v rovnakých podmienkach.

Chemické zloženie pôdy uvádza tab. II.

Trojicu tvorili dve navárané vzorky rôzneho zloženia a jeden etalon.

## II. Chemické zloženie pôdy

| CaCO <sub>3</sub><br>[%] | pH/KCl | K<br>[mg kg <sup>-1</sup> ] | Mg<br>[mg kg <sup>-1</sup> ] | P<br>[mg kg <sup>-1</sup> ] |
|--------------------------|--------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 37                       | 6,72   | 181                         | 98                           | 43,12                       |

Každé skúšobné teliesko prešlo rovnakú dráhu, a to po troch úsekoch 3100, 6200 a 6000 m, teda celkove 15 300 m.. Po jednotlivých úsekoch sa telieska menili.

V priebehu skúšok sa pravidelne odoberala vzorka pôdy na určenie jej vlhkosti. Priemerná vlhkosť pôdy za celé obdobie rezania bola 24,8 %.

## VÝSLEDKY

Veľkosť opotrebenia sme vyhodnocovali podľa úbytkov hmotnosti. Podľa ČSN 01 5084 sme stanovili pomernú odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu  $\Psi$  podľa vzťahu:

$$\tau = \frac{\Delta Ge}{\Delta Gv}$$

kde:  $\Delta Ge$  — úbytok hmotnosti etalónu [g]  
 $\Delta Gv$  — úbytok hmotnosti vzorky [g]

Z rozdielu hmotnosti pred meraním a po meraní a pomerom úbytkov hmotnosti etalónu a príslušného navarovaného telieska sa vypočítala pomerná oteruvzdornosť. Takto sa získalo pre každý druh materiálu deväť hodnôt pomernej oteruvzdornosti. Z týchto hodnôt sa vypočítala štatisticky stredná hodnota pomocou modusu.

Dosiahnuté výsledky tvrdosti a pomernej oteruvzdornosti sú uvedené v tab. III.

## III. Tvrdosť a oteruvzdornosť

| Materiál       | Číselné označenie vzoriek | Tvrdosť [HV] | Pomerná oteruvzdornosť $\psi$ | Tepelné spracovanie  |
|----------------|---------------------------|--------------|-------------------------------|----------------------|
| Etalon 11600,0 | 0.1 — 0.15                | 235          | 1,00                          |                      |
| E-B 511        | 4.1 — 4.3                 | 472          | 1,40                          |                      |
| E-B 513        | 5.4 — 5.6                 | 460          | 2,20                          |                      |
| E-B 513        | 5.1 — 5.3                 | 682          | 2,94                          |                      |
| E-B 518        | 6.1 — 6.3                 | 712          | 2,92                          | kalený<br>a popušaný |
| E-B 518        | 6.4 — 6.6                 | 622          | 3,06                          | žíhaný               |
| E-B 501        | 1.1 — 1.3                 | 267          | 1,066                         |                      |
| E-B 501        | 1.4 — 1.6                 | 382          | 1,064                         | kalený               |
| E-B 502        | 2.1 — 2.3                 | 356          | 1,30                          |                      |
| E-B 505        | 3.1 — 3.3                 | 534          | 1,45                          |                      |
| E-B 544        | 7.1 — 7.3                 | 363          | 1,49                          |                      |

## ZHODNOTENIE A DISKUSIA

Vyhodnocovaním odolnosti proti opotrebeniu úbytkami hmotnosti sa získali nasledovné výsledky. Najväčšiu pomernú oteruvzdornosť  $\Psi = 3,06$  dosiahol návar elektródy E-B 518, ktorý bol tepelne spracovaný žiňaním. Dosiahol tvrdosť 622 HV. Jeho smerné chemické zloženie ukazuje, že obsahuje zo všetkých použitých materiálov najviac chrómu (27,5 %) a uhlíka (3,5 %). K tomuto výsledku sa blíži pomerná oteruvzdornosť materiálov E-B 518 v prírodnom stave a E-B 513 kalený. Oba dosiahli skoro rovnaké výsledky, a to  $\Psi = 2,94$  a  $\Psi = 2,92$ .

Najnižšiu hodnotu pomernej oteruvzdornosti dosiahli návarové materiály E-B 501 kalený a v prírodnom stave:  $\Psi = 1,064$  a  $\Psi = 1,067$ , pri tvrdosti 383 HV a 266 HV. Tieto materiály nepreukázali zvýšenú oteruvzdornosť oproti základnému materiálu ČSN 11600.0 a obsahujú nižšie množstvo uhlíka (0,40 %) a mangánu (1,60 %).

Strednú hodnotu pomernej oteruvzdornosti  $\Psi = 1,30$  až 1,49 dosiahli materiály, ktoré neboli tepelne spracované, a zastúpenie jednotlivých prvkov, najmä uhlíka, mangánu a chrómu ako rozhodujúcich komponentov, bolo vo vzájomnom pomere nízke.

Možno konstatovať, že najväčšiu odolnosť proti opotrebovaniu dosiahli materiály na báze chrómu pri vyššom zastúpení uhlíka. Zvýšenie odolnosti proti opotrebeniu podmieňuje prítomnosť tvrdých karbidotvorných štruktúr chrómu. Tepelným spracovaním týchto materiálov sa ešte viac podporila tvorba týchto karbidov a tvrdého martenzitu.

Výsledky prevádzkových skúšok potvrdili výsledky, ktoré získali Chruščev a i. (1971), a to, že zväčšovaním obsahu chrómu od 5 do 26 % a pri vzájomnom pomere Cr : C = (2 - 7) : 1 sa odolnosť proti opotrebeniu intenzívne zvyšuje.

Ďalším porovnaním výsledkov pomernej oteruvzdornosti mangánových materiálov s výsledkami laboratórnych prác Liadského (1968) možno povedať, že získané výsledky sú približne rovnaké. Potvrdilo sa, že so zvyšovaním obsahu mangánu do 14 % sa zvyšuje pomerná oteruvzdornosť zliatin 1,3krát. Približne taký istý obsah mangánu má návar elektródy E-B 544 s oteruvzdornosťou  $\Psi = 1,49$ .

## Literatúra

CHRUŠČEV, M. M. a i.: Iznosostojkost i struktura tverdyh naplavok. Moskva, 1971.

LIADSKIJ, V. B.: Vlianie odžiga na tverdosť i soprotivlenie abrazivnomu iznašivaniu austenitnyh manganovistyh čugunov. Metalovedenie i termičeskaja obrabotka metalov, 1968, č. 8, s. 57.

Přídavné materiály pro svařování kov. Katalog ŽAZ, Vamberk 1972.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ТОЛНАИ Р., БАЛЛА Й., МАРКО М., СЕЧКАРЖ П. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Устойчивость твердых наварок Fe-Cr-Mn по сравнению с абразивным износом в подобных условиях. Zem. technika 22 (3-4) : 229-235, 1976.

В статье предлагаются достигнутые экспериментальные результаты устойчивости по сравнению с износом некоторых наварок материалов чехословацкого производства легированных хромом и марганцем, которые были испытаны в производственных условиях. Самой высокой

устойчивостью против износа отличалась наварка электродом E-B 518 — прокаленная, а именно  $\psi = 3,08$ . Аналогично высокую устойчивость против абразивному износу проявила также наварка E-B 518 в естественном состоянии и E-B 513 прокаленная,  $\psi$  которых больше, чем 2,9. У электрода E-B 511 высокое содержание хрома неэффективно в результате низкой устойчивости против износа  $\psi = 1,4$ . Применение наплавленных материалов легированным марганцем в условиях производственного испытания принесло только частичное повышение абразивной устойчивости. Достигнутые экспериментальным путем результаты могут послужить в практике при производстве пригодных электродов для наварки для подведгающихся абразивному воздействию участков.

устойчивость против износа; абразивный износ; наварка; дополнительные материалы; структура материалов; почвенные условия

TOLNAI R., BALLA J., MARKO M., SEČKÁR P. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). *Resistance of Hard Fe-Cr-Mn Facings against the Abrasive Wear under Soil Conditions*. Zem. technika 22 (3-4) : 229-235, 1976.

The paper presents experimental results obtained during the study of the wear resistance of some facing materials of Czechoslovak production that were alloyed with chromium and manganese and tested under operational conditions. The highest wear-resistance was proved in the facing with the E-B 518 electrode — annealed facing,  $\psi = 3.08$ . The E-B 518 electrode facing in a natural state, and the E-B 513 hardened facing evidenced, similarly, a high resistance against the abrasive wear; their  $\psi$  value was higher than 2.9. In the E-B 511 electrode a high content of chromium was ineffective due to a low value of the wear-resistance —  $\psi = 1.4$ . The use of facing materials alloyed with manganese under the conditions of operational tests brought about only a partial increase of the abrasion-resistance. The experimental results obtained can be serviceably made use of in practice in the production of suitable facing electrodes for surfaces worn with abrasion.

abrasion-resistance; abrasive wear; facing; alloys; structure of the material; soil conditions

TOLNAI R., BALLA J., MARKO M., SEČKÁR P. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Abriebverschleißfestigkeit der Hartaufträge Fe-Cr-Mn unter Bodenbedingungen*. Zem. technika 22 (3-4) : 229-235, 1976.

Der Aufsatz führt erzielte Experimentalergebnisse über die Verschleißfestigkeit einiger mit Chrom und Mangan legierter Auftragswerkstoffe tschechoslowakischer Produktion auf, die unter Betriebsbedingungen erprobt wurden. Die höchste Verschleißfestigkeit wies der Auftrag mit der Elektrode E-B 518 — gegläht, auf, und zwar  $\psi = 3,08$ . Eine ähnlich hohe Abriebfestigkeit wies auch der Auftrag E-B 518 im natürlichen Zustand auf und E-B 513 gegläht, bei denen  $\psi$  höher als 2,9 ist. Bei der Elektrode E-B 511 erscheint der hohe Chromanteil als nicht effektiv infolge eines geringen Wertes der Verschleißfestigkeit  $\psi = 1,4$ . Der Einsatz der mit Mangan legierten Auftragswerkstoffe unter Bedingungen der Betriebsversuche brachte nur eine teilweise Steigerung der Abriebfestigkeit. Die erzielten Experimentalergebnisse können bei der Herstellung von geeigneten Auftragselektroden für die durch Abrieb beanspruchten Flächen für die Praxis vom Nutzen sein.

Verschleißfestigkeit; Abriebfestigkeit; Auftrag; Zusatzwerkstoffe; Werkstoffstruktur; Bodenbedingungen

---

Adresa autorov:

Ing. Rudolf Tolnai, ing. Jozef Balla, doc. ing. Michal Marko, CSc., ing. Pavol Sečkář, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---





J. Havelka

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

---

HAVELKA J. *Termodynamika dlhodobej konzervácie zŕn obilnín*. Zem. technika 22 (3-4) : 237-243, 1976.

Dlhodobá konzervácia zŕn obilnín sa skúma pomocou navrhovanej zobecnej teórie rovnovážnej vlhkosti. V rámci práce sú odvodené definície dvoch typov izoteriem: izoterma I ako závislosť rovnovážnej mernej vlhkosti materiálu na relatívnej vlhkosti okolitej atmosféry pri ostatných parametroch konštantných a izoterma II ako závislosť rovnovážnej mernej vlhkosti materiálu na čase pri ostatných parametroch konštantných. Z analytického Hendersonovho vzťahu pre sorpčnú izotermu boli odvodené prepočítavacie vzťahy pre rôzne teploty a pre vzájomnú závislosť izotermy I a izotermy II. Izoterma II bola študovaná analyticky ako funkcia prirodzeného poklesu rýchlosti odvodzania vlhkosti. Pomocou experimentálnych výsledkov bola zistená izoterma II pre kukuricu. Odvodili sme teóriu studeného vetrania v priebehu konzervácie, vzťahy pre prenos hmotnosti a vysvetlili zvláštnosti procesu chladenia obilnín.

konzervácia zŕn obilnín; sorpčné vlastnosti obilnín; studené vetranie poľnohospodárskych produktov; chladenie zŕn obilnín

---

Koncentrácia a kooperácia vyvoláva v našom socialistickom poľnohospodárstve potrebu hlbšieho štúdia všetkých dejov, najmä prenosu tepla a hmotnosti, ku ktorým dochádza pri úprave, konzervácii a spracovaní poľnohospodárskych produktov.

Zŕná obilnín, krmoviny i ďalšie poľnohospodárske produkty upravujeme pre dlhodobú konzerváciu zmenšením obsahu vlhkosti sušením. Základným poznatkom teórie sušenia je znalosť sorpčných vlastností vysušovaných materiálov.

Obilné zŕná, seno i ostatné produkty je potrebné v priebehu dlhodobého uskladnenia, najmä v prvých týždňoch po uskladnení, „chladiť“ a „dosušovať“ vetraním studeným vzduchom, prehadzovaním, obracанím obsahu síl a pod., aby nedošlo k ich znehodnoteniu v dôsledku ich biologickej aktivity.

V našom článku vysvetľujeme túto potrebu vetrania studeným vzduchom v priebehu dlhodobého uskladnenia pomocou zobecnenej štúdie sorpčných vlastností a návrhu nového typu sorpčnej izotermy.

## ZOBECCNENIE TEÓRIE ROVNOVÁŽNEJ VLNKOSTI

Rovnovážnu mernú vlhkosť obilného zrna, ako aj všetkých ďalších poľnohospodárskych materiálov, vyjadríme analyticky ako funkciu troch nezávisle premenných



$$u = F(T, \varphi, \tau)$$

kde:  $T$  — teplota materiálu a okolia (K)

$\varphi \cdot 100$  — relatívna vlhkosť okolitej atmosféry (%)

$\tau$  — doba od okamihu zberu (d)

Úplný diferenciál tejto funkcie je

$$du = \frac{\partial F}{\partial T} dT + \frac{\partial F}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial F}{\partial \tau} d\tau$$

Analytický tvar funkcie  $F(T, \varphi, \varepsilon)$  vôbec nepoznáme. Nie je nám známe, že by bol vôbec niektorým autorom študovaný.

Pomocou úplného diferenciálu funkcie  $F(T, \varphi, \varepsilon)$  odvodíme rovnice dvoch typov izoteriem:

#### Izoterma I

Podmienky:  $T = \text{konšt.}$ ,  $\tau = \text{konšt.}$

$$\frac{du}{d\varphi} = \frac{\partial F}{\partial \varphi} \Rightarrow u_I = u_I(\varphi)$$

Priebeh funkcie  $u_I(\varphi)$  zisťujeme experimentálne ako doteraz známu sorpčnú izotermu. Analytické vyjadrenie tejto funkcie je obsahom početných prác. V našej práci sme použili analytické vyjadrenie podľa Hendersona (1952):

$$1 - \varphi = e^{-k T u^n}$$

z ktorej odvodzujeme dva prepočítavacie vzťahy:

1. Pre  $u = \text{konšt.}$ :

$$\ln(1 - \varphi_2) = \frac{T_2}{T_1} \ln(1 - \varphi_1)$$

Tento vzťah neobsahuje konštanty  $k$ ,  $n$ , čím je vylúčená ich prípadná neznáma závislosť na teplote  $T$  a čase  $\tau$ .

2. Pre  $\varphi = \text{konšt.}$ :

$$u_2 = u_1 \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{n}}$$

V tomto vzťahu sa nachádza konštanta  $n$ , ktorej závislosť na teplote  $T$  a na čase  $\tau$  zatiaľ spoľahlivo nepoznáme.

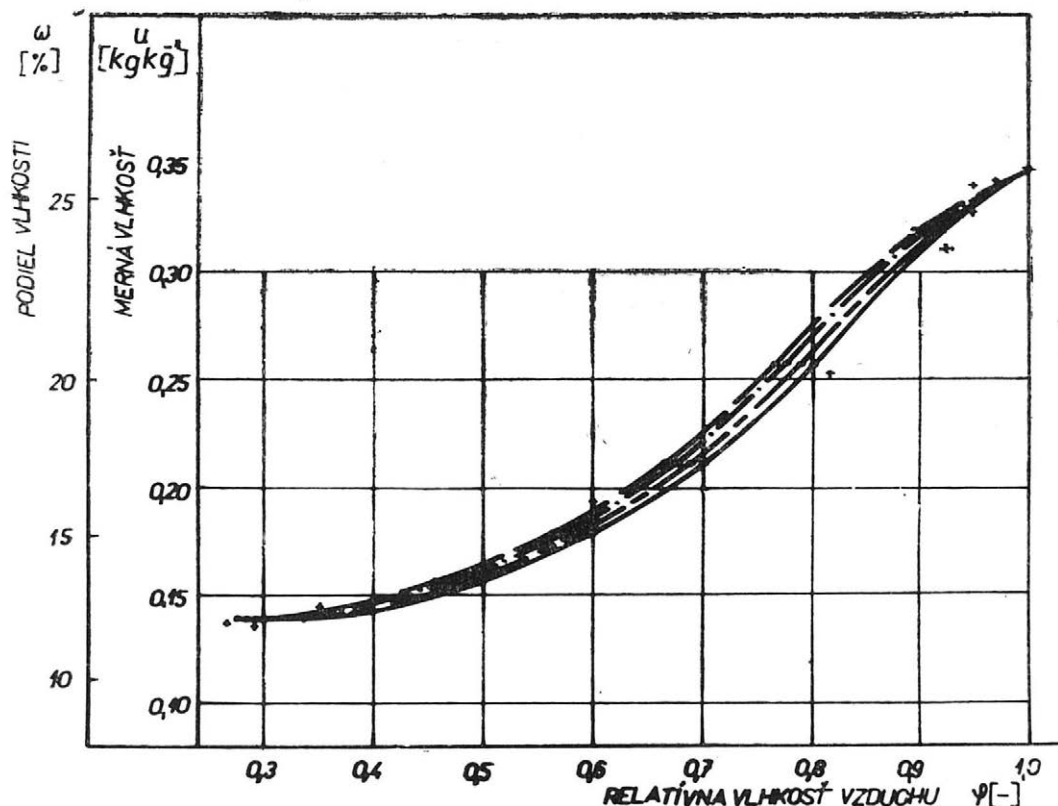
Graficky znázorňujeme izotermy I v súradniciach  $u$  a  $\varphi$ , pričom ku každej krivke pripojíme príslušnou hodnotu  $T = \text{konšt.}$  a  $\tau = \text{konšt.}$  Zatiaľ nie je zvykom uvádzať príslušný časový údaj  $\tau$ . Na obr. 1 uvádzame sorpčné izotermy pre kukuricu.

#### Izoterma II

Podmienky:  $T = \text{konšt.}$ ,  $\varphi = \text{konšt.}$

$$\frac{du}{d\tau} = \frac{\partial F}{\partial \tau} \quad u_{II} = u_{II}(\tau)$$

Priebeh funkcie  $u_{II}(\tau)$  sme zisťovali experimentálne. Analyticky študujeme priebeh funkcie  $u_{II}$  ako funkciu prirodzeného poklesu rýchlosti odvádzania vlhkosti.



1. Experimentálne zistené a prepočítané izotermy I pre kukuricu

Použitá metóda: dynamické zvlhčovanie

Interpolácia: Hendersonova rovnica

Legenda: ————— preložená krivka  $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 - - - - - prepočítaná krivka  $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 - . - . - prepočítaná krivka  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 - - - - - prepočítaná krivka  $t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$N^x = \frac{du}{d\tau} = -a(u - b)$$

Integráciou získavame tvar funkcie  $u_{II}$ :

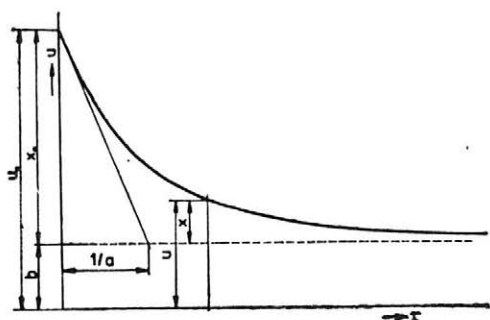
$$u = b + (u_0 - b)e^{-a\tau}$$

ktorá má pre  $\tau = \infty$  asymptótu  $u = b$  a charakteristickú hodnotu „časovú konštantu“  $\frac{1}{a}$ .

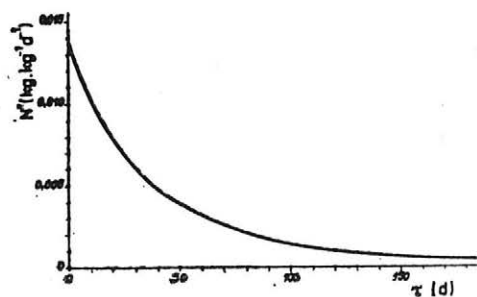
Graficky znázorníme izotermu II v súradniciach  $u$  a  $\tau$ , pričom ku každej krivke pripojíme príslušnú hodnotu  $T = \text{konšt.}$  a  $\varphi = \text{konšt.}$  Je to nový typ izotermy, pre ktorý zatiaľ neexistujú dohodnuté pravidlá.

Izoterma II vyjadruje dlhodobý priebeh rovnovážnej vlhkosti uskladneného materiálu ako výsledok ich biologickej aktivity. Na rozdiel od krivky sušenia, ktorú taktiež znázorňujeme v súradniciach  $u$  a  $\tau$ , je celá izoterma II tvorená len stavmi rovnovážnej vlhkosti.

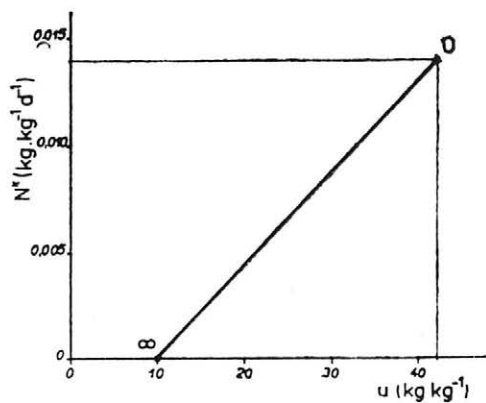
Na obr. 2 uvádzame schému izotermy II, na obr. 3 schému priebehu  $N^x$  v závislosti na  $\tau$ , na obr. 4 schému priebehu  $N^x$  v závislosti na  $u$ .



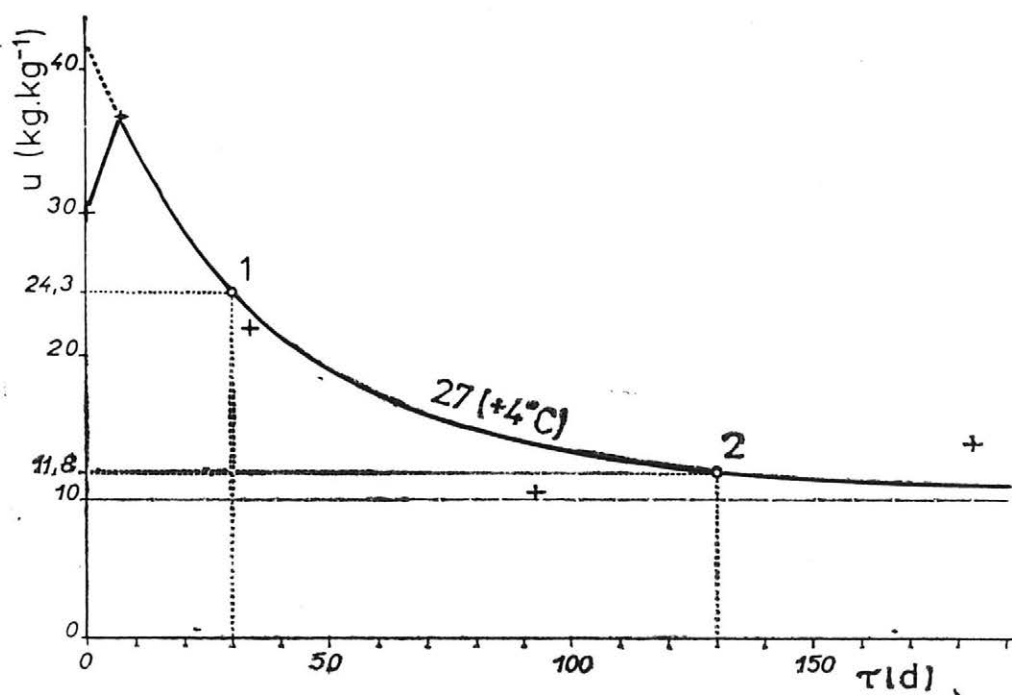
2. Schéma izotermy II



3. Schéma priebehu rýchlosti odvádzania vlhkosti  $N^x$  pre izotermu II



4. Schéma závislosti rýchlosti odvádzania vlhkosti  $N_x$  od rovnovážnej vlhkosti  $u$  pre izotermu II



5. Experimentálne zistená sorpčná izoterma II pre kukuricu pri  $t = +4^{\circ}\text{C}$  a  $\varphi = 90\%$

Z hodnôt izotermy II možno odvodiť hodnoty izotermy I pre daný čas  $\tau$  a teplotu  $T$  pomocou prepočítacích vzťahov pre  $\varphi = k$  a  $u = k$ , keď poznáme závislosť  $n = n(T, \tau)$ .

## VYŠETRENIE IZOTERMY II PRE KUKURICU

Pomocou našich experimentálnych výsledkov sme zakreslili na obr. 5 izotermu II pre kukuricu. Do tohto grafu sme zakreslili asymptótu a zvolili dva body, pomocou ktorých sme vypočítali analytický vzťah pre izotermu II

$$u = 10 + 26,7 e^{\frac{\tau}{48}} \%$$

## TEÓRIA VETRANIA STUDENÝM VZDUCHOM V PRIEBEHU KONZERVÁCIE

V priebehu konzervácie dochádza v dôsledku biologických zmien k samovoľnému poklesu rovnovážnej vlhkosti, pričom sa uvoľňuje vlhkosť, ktorú musíme odstrániť.

Najčastejšie používanou metódou pri odstraňovaní vlhkosti v priebehu konzervácie je vetranie studeným vzduchom, kedy privádzame studený nenasýtený vzduch, ktorý absorbuje a odvádza vylúčenú vlhkosť, a to buď kontinuálne, alebo prerušovane.

Pri kontinuálnom vetraní studeným vzduchom prechádzame vzduch cez vrstvu obilnín nepretržite. Pre odstránenie elementárneho množstva vlhkosti  $dm_v$  (kg) je potrebné priviesť elementárne množstvo vzduchu

$$dm_{LS} = \frac{dm_v}{x_2 - x_1} \quad (\text{kg})$$

kde:  $x_2$  — merná vlhkosť atmosférického vzduchu ( $\text{kg kg}^{-1}$ )

$x_1$  — merná vlhkosť prislúchajúca rovnovážnej vlhkosti zrna v danom okamihu ( $\text{kg kg}^{-1}$ )

Z toho odvodíme, že potrebný okamžitý prítok vzduchu je

$$m_{LS} = M_S \cdot N^x \frac{1}{x_2 - x_1} \quad (\text{kg d}^{-1})$$

kde:  $M_S$  — hmotnosť sušiny skladovaného zrna (kg)

Pri prerušovanom vetraní zvolíme vyhovujúci pokles mernej vlhkosti  $\Delta u$  pre jeden cyklus, ktorému zodpovedá časový úsek  $\Delta \tau$ . Pri konštantnej hodnote  $\Delta u$  sa budú časové úseky  $\Delta \tau$  v priebehu uskladňovania predlžovať.

Potrebu vzduchu pre jeden cyklus vypočítame:

$$M_{LS} = \frac{M_S \cdot \Delta u}{x_2 - x_1} \quad (\text{kg})$$

## DISKUSIA A ZÁVER

1. Sušenie obilnín a iných materiálov teplým vzduchom alebo konzerváciu obilnín vetraním studeným vzduchom riešime teoreticky na základe znalostí krivky sušenia a izotermy I.

2. Dlhodobú konzerváciu obilnín a ostatných poľnohospodárskych materiálov riešime teoreticky na základe znalostí izotermy II pre celú dobu konzervácie a odvodených izoteriem I pre zvolené časy.

3. Vetranie studeným vzduchom slúži v priebehu konzervácie k odstraňovaniu vlhkosti, vylúčenej prirodzeným starnutím zrna. Je preto nutné aj pri konzervácii chladením.

Naše výsledky v súlade s pozorovaním viacerých autorov (Urban, 1972) potvrdili, že pri konzervácii chladením veľmi vlhkého zrna dochádza často k znehodnoteniu zrna.

Podľa našej teórie sa pri ochladení zväčšuje hodnota rovnovážnej vlhkosti zrna a značne sa zvyšuje hodnota rýchlosti odvádzania vlhkosti  $N^x$ , čo si vyžaduje väčšie množstvo vzduchu než je výkonnosť používaných chladiacich agregátov. Konzervácia obilných zŕn chladením sa preto osvedčila u zŕn so strednou počiatočnou vlhkosťou, kedy  $N^x$  nie je nebezpečne veľké a kedy výkon ventilátora chladiaceho agregátu je schopný odvádzat samovoľne vylúčenú vlhkosť studeným vetraním.

4. Prevedené experimenty a odvodené teoretické zdôvodnenie preukazujú značný praktický význam ďalšieho hlbšieho štúdia termodynamiky dlhodobej konzervácie pre všetky poľnohospodárske plodiny uskladňované vo väčších množstvách.

## Literatúra

ČSN 12 8001. Způsoby sušení a klasifikace sušáren.

ČSN 46 1011. Skúšanie obilnín, luštenín a olejní.

GERŽOJ, A. P. — SAMOČETOV, V. E.: Sušení zrní. Praha, Stát. zem. nakl. 1955.

HAVELKA, J.: Výskum konzervácie zŕn obilnín. [Záver. výsk. správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1955.

HENDERSON, S. M.: A Basic Concept of Equilibrium Moisture. Agric. Engng., 1952, č. 1, s. 29-32.

JOUIN, C.: L'emploi de l'air froid pour la conservation des graines. Paris, C. Neema 1966.

PABIS, S.: Suszenie plodow rolnych. Warszawa, PVRL 1965.

URBAN: Zařízení na chlazení obilí a brambor. Praha, VÚ CHEPOS 1972.

VALCHAŘ aj.: Základy sušení. Praha, Stát. nakl. techn. lit., ČVÚT 1967.

Došlo dňa 10. 12. 1975

ГАВЕЛКА Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Термодинамика долгосрочного консервирования зерна зерновых культур. Зем. техника 22 (3-4): 237-243, 1976.

Долгосрочное консервирование зерна изучалось при помощи предлагаемой общей теории равновесия влажности. В рамках работы даются определения двух типов изотерм: изотерма I, как зависимость равновесной удельной влажности материала от относительной влажности окружающей атмосферы при других параметрах константных и изотерма II, как зависимость равновесной удельной влажности материала от времени при остальных параметрах. Из аналитического отношения Гендерсона для сорбционной изотермы были выведены и вычисляемые отношения для разной температуры и для взаимоотношений изотермы I и изотермы II. Изотерма II изучалась аналитически, как функция естественного понижения скорости отведения влажности. При помощи экспериментальных результатов была определена изотерма II для кукурузы. Мы вывели теорию холодного проветривания ходе консервирования, отношения для переноса массы объяснили особенности процесса охлаждения зерна.

консервирование зерна; сорбционные свойства зерновых; холодное проветривание сельскохозяйственных продуктов; хлаждение зерна зерновых культур

HAVELKA J. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). Thermodynamics of the Long-Term Conservation of Cereal Grain. Зем. техника 22 (3-4): 237-243, 1976.

Long-term conservation of cereal grain is studied by means of the suggested generalized theory of equilibrium moisture. Definitions of two types of isotherms have been deduced within the scope of the study: isotherm I as a dependence of the specific equilibrium moisture of the material on the relative moisture of the atmosphere, other parameters being constant; isotherm II as a dependence of the specific equilibrium moisture of the material on the time, other parameters being constant as well. Relations of the conversion for different temperatures and for

the mutual dependences of isotherms I and II were calculated from Henderson's analytical relation for a sorption isotherm. Isotherm II was studied analytically as a function of the natural drop of drying rate. Isotherm II for maize was found out by means of experimental results. A theory of cold airing during the conservation has been inferred; the relations of the weight transfer helped to explain the peculiarities of the process of cereal chilling.

cereal grain conservation; sorption properties of cereals; cold airing of agricultural products; chilling of cereal grain

HAVELKA J. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). *Thermodynamik der Dauerkonservierung von Getreidekörnern*. Zem. technika 22 (3-4): 237-243, 1976.

Die Dauerkonservierung der Getreidekörner wird mittels der vorgeschlagenen verallgemeinerten Theorie der Gleichgewichtsfeuchtigkeit untersucht. Im Rahmen des Aufsatzes werden Definitionen von zwei Isothermentypen abgeleitet: Isotherme I als Abhängigkeit der spezifischen Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Materials von der relativen Feuchtigkeit der umgebenden Atmosphäre bei den konstanten übrigen Parametern, und Isotherme II als zeitgebundene Abhängigkeit der spezifischen Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Materials bei den konstanten übrigen Parametern. Von der analytischen Henderson'schen Beziehung für die Sorptionsisotherme wurden Umrechnungsbeziehungen für verschiedene Temperaturen und für die wechselseitige Abhängigkeit der Isotherme I und Isotherme II abgeleitet. Die Isotherme II wurde analytisch als Funktion einer natürlichen Geschwindigkeitssenkung der Feuchtigkeitsabführung untersucht. Mit Hilfe der Experimentalergebnisse wurde die Isotherme II für Mais erzielt. Es wurde die Theorie der Kaltbelüftung im Laufe der Konservierung abgeleitet, die Beziehungen für die Übertragung der Masse anhand der Eigenartigkeit des Getreidekühlprozesses aufgeklärt.

Konservierung der Getreidekörner; Sorptionseigenschaften von Getreide; Kaltbelüftung der landwirtschaftlichen Produkte; Getreidekornkühlung

---

Adresa autora:

Ing. Juraj Havelka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---



|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ducho P.: 30. výročie Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre . . .                                                                    | 115 |
| Novák Š.: Špecifické vlastnosti samomastiacich ložísk a možnosti použitia týchto ložísk v konštrukcii poľnohospodárskych strojov . . . | 117 |
| Bátora B., Marko M.: Predlžovanie životnosti piestových krúžkov traktorových motorov mechanickým spevňovaním povrchu . . .             | 127 |
| Slavkovský J.: Poloautomatický prístroj na zisťovanie strižnej sily stebiel obilnín a krmovín . . .                                    | 137 |
| Pisár E., Semetko J., Žikla A.: Požiadavky na agregáciu náradia s traktorom . . .                                                      | 145 |
| Lobotka J., Škulavík L.: Teoretické riešenie pneumatického pulzátora . . .                                                             | 165 |
| Sklenka P., Ležák J., Procházka B.: Stanovenie kinematických pomerov priestorového žacieho mechanizmu obilného kombajnu SK-4 . . .     | 177 |
| Petranský I., Drabant Š., Ryban G., Šoka I.: Overenie hydrostatického pohonu žacieho stroja ŽB-183 v prevádzkových podmienkach . . .   | 181 |
| Marko M., Balog J.: Opatrebnosť a životnosť nožíkov žacích strojov . . .                                                               | 197 |
| Šesták J.: Základné silové pomery procesu mlátenia, aplikované na teóriu V. P. Gorjačkina, pri výmlate kukurice . . .                  | 203 |
| Đuriš M., Páltik J., Pernak J.: Zhodnotenie práce šesťriadkových súprav pri zbere cukrovej repy . . .                                  | 213 |
| Tolnai R., Balla J., Marko M., Sečkář P.: Odolnosť tvrdonávarov Fe—Cr—Mn proti abrazívnemu opotrebeniu v pôdnych podmienkach . . .     | 229 |
| Havelka J.: Termodynamika dlhodobej konzervácie zrn obilnín . . .                                                                      | 237 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Новак Ш.: Специфические свойства самосмазывающих подшипников и возможности применения этих подшипников в конструкции сельскохозяйственных машин . . .                                                              | 125 |
| Батора Б., Марко М.: Удлинение срока службы поршневых колец у тракторных двигателей путем механического упрочнения поверхности . . .                                                                               | 134 |
| Славковски Й.: Полуавтоматический прибор для определения силы среза у стеблей зерновых и кормовых культур . . .                                                                                                    | 143 |
| Писар Э., Семетко Й., Жикла А.: Требования к агрегированию орудия с трактором . . .                                                                                                                                | 154 |
| Семетко Й. и кол.: Обработка результатов экспериментов при помощи автоматизированной линии . . .                                                                                                                   | 163 |
| Лоботка Й., Шкулавик Л.: Теоретическое решение пневматического пульсатора . . .                                                                                                                                    | 175 |
| Скленка П., Лежак Й., Прохазка Б.: Определение кинематических режимов пространственного жатвенного механизма у зернового комбайна СК-4 . . .                                                                       | 188 |
| Петрански И., Драбант Ш., Рыбан Г., Шока И.: Испытание гидростатического привода жатки ЖБ-183 в эксплуатационных условиях . . .                                                                                    | 196 |
| Марко М., Балог Й.: О некоторых вопросах износа и срока службы ножей жаток . . .                                                                                                                                   | 202 |
| Шестак Й.: Основные соотношения сил в процессе обмолота, применяемые по теории В. П. Горячкина, при обмолоте кукурузы . . .                                                                                        | 212 |
| Дюриш М., Палтик Й., Пернак Й.: Оценка работы шестирядных комплектов во время уборки сахарной свеклы . . .                                                                                                         | 227 |
| Толнай Р., Балла Й., Марко М., Сечкарь П.: Устойчивость твердых Гавелка Й.: Термодинамика долгосрочного консервирования зерна зерновых наварок Fe—Cr—Mn по сравнению с абразивным износом в подовых условиях . . . | 234 |



## CONTENT

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Novák Š.: Specific Properties of Selflubricated Bearings and Possibilities of Using these Bearings for Construction of Farm Machines . . . . . | 125 |
| Bátora B., Marko M.: Prolongation of the Life Service of Piston of Tractor Motors by the Mechanical Hardening of the Surface . . . . .         | 134 |
| Slavkovský J.: Semi-Automatic Apparatus for Finding out the Shearing Force of the Stalks of Cereals and Fodder Crops . . . . .                 | 143 |
| Pisár E., Semetko J., Žikla A.: Demands for the Aggregation of Implements with the Tractor . . . . .                                           | 154 |
| Semetko J. et al.: Processing the Results of Experiments by an Automatic Line . . . . .                                                        | 164 |
| Lobotka J., Škulavík L.: Theoretical Solution of the Pneumatic Pulsator . . . . .                                                              | 175 |
| Sklenka P., Ležák J., Procházka B.: Fixing Relations of the Spatial Reaping Mechanism of the SK-4 Harvester-Thresher . . . . .                 | 188 |
| Petranský I., Drabant Š., Ryban G., Šoka I.: Verification of the Hydrostatic Drive of Field Mower ŽB-183 in Working Conditions . . . . .       | 196 |
| Marko M., Balog J.: Wear and Service Life of the Knives of Mowers . . . . .                                                                    | 202 |
| Šesták J.: Basic Force Relations in the Process of Threshing Applied to the Theory by V. P. Gorjačkin at Maize Threshing . . . . .             | 212 |
| Đuriš M., Páltik J., Pernak J.: Evaluation of the Work of Six-Row Sets of Sugar-Beet Harvesters . . . . .                                      | 227 |
| Tolnai R., Balla J., Marko M., Sečkář P.: Resistance of Hard Fe—Cr—Mn Facing against the Abrasive Wear under Soil Conditions . . . . .         | 235 |
| Havelka J.: Thermodynamics of the Long-Term Conservation of Cereal Grain . . . . .                                                             | 242 |

## INHALT

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Novák Š.: Spezifische Eigenschaften der selbstschmierenden Lager und Einsatzmöglichkeit dieser Lager im Bau von Landmaschinen . . . . .        | 125 |
| Bátora B., Marko M.: Verlängerung der Lebensdauer von Kolbenringen der Schleppermotoren durch mechanische Oberflächenverfestigung . . . . .    | 134 |
| Slavkovský J.: Halbautomatisches Gerät zur Ermittlung der Scherkraft von Getreide- und Futterhalmen . . . . .                                  | 143 |
| Pisár E., Semetko J., Žikla A.: Forderung an die Kopplung der Geräte mit dem Schlepper . . . . .                                               | 154 |
| Semetko J. u. Koll.: Bearbeitung der Ergebnisse von Experimenten mit der automatisierten Straße . . . . .                                      | 164 |
| Lobotka J., Škulavík L.: Teoretische Lösung des pneumatischen Pulsators . . . . .                                                              | 175 |
| Sklenka P., Ležák J., Procházka B.: Bestimmung der kinematischen Verhältnisse des Raummähwerkes am Mährescher SK-4 . . . . .                   | 188 |
| Petranský I., Drabant Š., Ryban G., Šoka I.: Überprüfung des hydrostatischen Antriebes der Mähmaschine ŽB-183 in Betriebsbedingungen . . . . . | 196 |
| Marko M., Balog J.: Zu einigen Fragen des Verschleißes und Lebensdauer von Mähmesserklingen . . . . .                                          | 202 |
| Šesták J.: Grundlegende Kraftverhältnisse des Druschprozesses, angewandt durch die Theorie von V. P. Gorjačkin, bei dem Maisdrusch . . . . .   | 212 |
| Đuriš M., Páltik J., Pernak J.: Bewertung der Arbeit von sechsheiligen Arbeitszügen für die Zuckerrübenenernte . . . . .                       | 227 |
| Tolnai R., Balla J., Marko M., Sečkář P.: Abriebverschleißfestigkeit der Hartaufträge Fe—Cr—Mn unter Bodenbedingungen . . . . .                | 235 |
| Havelka J.: Thermodynamik der Dauerkonservierung von Getreidekörnern . . . . .                                                                 | 243 |

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