

9
VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

4

ROČNÍK 12 (XXXIX)
PRAHA,
DUBEN 1966
CENA 10 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZLH

Rídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), inž. Karel Bernhard, inž. Josef Dovrtěl, inž. Stanislav Haš, inž. Jaroslav Homolka, inž. Karel Joza, doc. inž. Karel Koskuba, CSc., inž. Ján Kuchár, inž. Vladimír Piša, inž. Vladimír Suchý, doc. inž. Zdeněk Šteffl, doc. inž. Miroslav Thér, CSc., doc. inž. Ján Tomovčík, CSc., inž. Alois Vávra

Vedoucí redaktor Čeněk Rendl

© Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Praha 1966

■
Vědecký časopis ZEMĚDELSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství a lesního hospodářství. Vychází měsíčně. Redakce: 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 Министерства сельского и лесного хозяйства. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

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

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

■
Le journal scientifique ZEMĚDELSKÁ 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 renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture et des forêts. Paraît une fois par mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

■ V poslední době je věnována zvýšená pozornost komplexu otázek, které souvisejí s konzervací krmiv ve věžích. Závažnou částí této problematiky, kterou je nutno současně řešit, je vývoj a konstrukce strojů pro odběr siláže z věží. Poněvadž žádný vybírač siláže z věží není dosud u nás vyráběn, ba ani žádný zahraniční stroj tohoto typu u nás až donedávna nebyl, byly zahájeny rozsáhlé ověřovací práce a zkoušky s několika typy dovezených zahraničních strojů, o nichž lze předpokládat, že jejich vlastnosti mají světovou úroveň. Tyto zkoušky probíhají tak, aby mohly být postupně objasňovány některé důležité vztahy, které je třeba znát jak pro správnou a hospodárnou exploataci těchto strojů, tak i pro jejich konstrukci.

V 10. čísle roč. 1965 Zemědělské techniky byl uveřejněn první příspěvek z oboru teorie a výpočtu vrchních vybíračů siláže z věží [1], v němž jsou popsány hlavní typy vrchních vybíracích strojů a objasněny některé vztahy, které ovlivňují hlavní vlastnosti vrchních vybíracích strojů s hnacím bubnem. Jsou zde rovněž vysvětleny silové účinky u strojů se zavěšeným rámem.

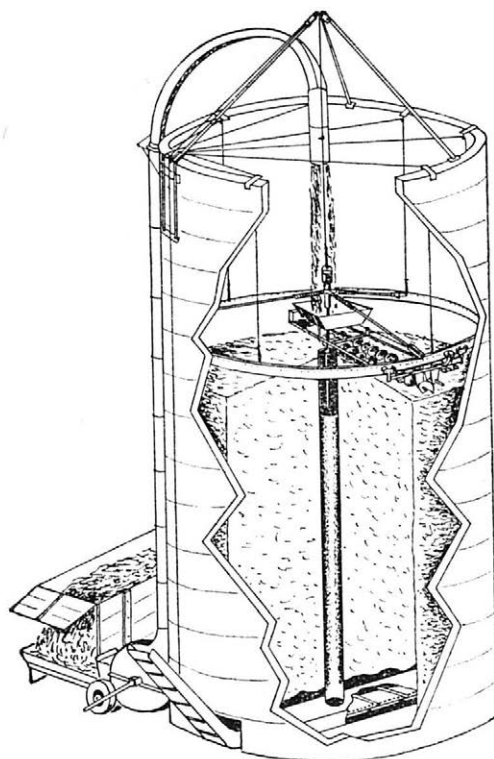
Předkládaný příspěvek navazuje na výše uvedený a byl vypracován z výsledků zkoušek vrchního vybíracího stroje Big Jim (USA).

1. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

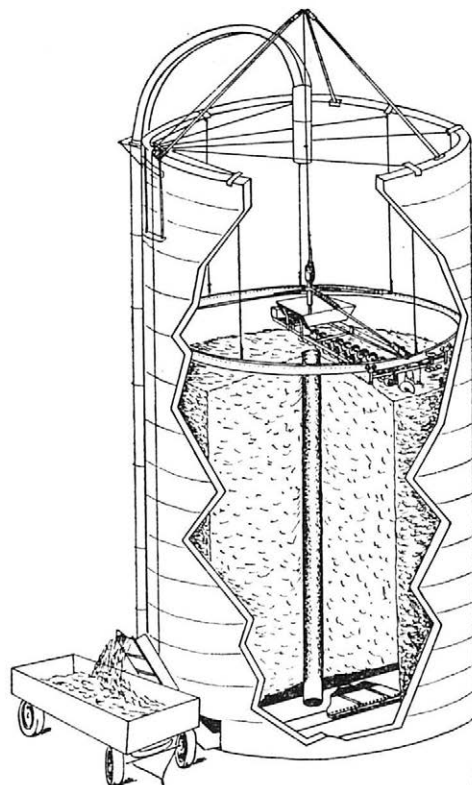
1.1 POPIS STROJE POUŽITÉHO PŘI ZKOUŠKÁCH

Při zkouškách bylo použito, jak bylo uvedeno, vrchního vybíracího stroje Big Jim (obr. 1) s neotočným zavěšeným rámem, jehož hlavní součástí je věnec s cévovým ozubením. Tento věnec, o průměru jen málo menším než vnitřní průměr věže, je zavěšen na sedmi lanech; podle velikosti průměru věže může však být tento počet i jiný. Kromě toho je neotočný rám stroje zavěšen ještě na dalším lanu v ose věže. Otočná část stroje má dva protiběžné paralelní šneky, dále hnací a převodové ústrojí s násypkou. Pohon otočné části stroje je odvozen ozubeným kolem od neotočného věnce rámu.

Materiál oddělovaný šneky z povrchu náplně je přemísťován ke středu, kde přepadává do svislé šachty. Dopravníkem, vloženým do věže pod spodní část šachty, je pak materiál vynášen z věže ven. Shazovací šachtu v materiálu vytváří stroj při plnění věže, kdy působí jako rozrovnávač.



A



B

1. Vybírač Big Jim

A – při plnění věže rozrovnává materiál a vytváří vnitřní shazovací šachtu;
B – při vybírání

1.2 PODMÍNKY ZKOUŠEK

Stroj byl zkoušen v prefabrikované silážní věži průměru 6 m a výšky 14,90 m. Materiál, s nímž byly zkoušky konány, je uveden v tabulce I. Hlavní výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce II.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 HODINOVÁ VÝKONNOST STROJE

Stejně jako ostatní vrchní vybírače musí být tento stroj během činnosti pouštěn do záběru, takže klesá ve věži s ubývajícím náplní.

I. Hlavní vlastnosti materiálů použitých při zkouškách

Materiál	Délka řezanky cm	Obsah sušiny %	Vybrané množství materiálu během zkoušek q
Směska pšenice s vikví	1,85 až 3,19	32,00 až 51,96	286,95
Vojtěška s ječelem	1,68 až 2,76	30,55 až 57,95	221,60

II. Hlavní výsledky zkoušek vybírače Big Jim

Materiál	Průměrný hodinový výkon $q \text{ h}^{-1}$		Měrná spotřeba elektrické energie $\text{kW h } q^{-1}$		Příkon (průměrný) kW
	absolutní	na sušinu	absolutní	na sušinu	
Směska	32,91	13,38	0,076	0,186	2,410
Vojtěška s jetelem	51,95	23,44	0,073	0,161	3,113

Poznámka: Elektrické veličiny obsahují i energii a příkon pro vynášecí dopravník

Pro hodinovou výkonnost stroje Q platí známý vztah

$$Q = F \cdot s \cdot n \cdot \gamma \cdot \frac{60}{1000} \quad q \text{ h}^{-1} \quad (1)$$

kde: F = plocha povrchu, ze které stroj odebírá materiál (m^2)

s = hloubka záběru frézovacího orgánu (mm)

n = počet otáček otočné části stroje ve věži (min^{-1})

γ = měrná hmotnost materiálu ve věži ($q \text{ m}^3$)

Plochu povrchu siláže F , ze které stroj odebírá materiál, můžeme zajisté pokládat za konstantní a je

$$F = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{m}^2 \quad (2)$$

kde: D = vnitřní průměr věže (m)

d = průměr shazovací šachty (m)

takže pro vyšetřovaný případ ($D = 6 \text{ m}$, $d = 0,42 \text{ m}$) je

$$F = 28,14 \text{ m}^2 \quad (3)$$

Další veličinou ve vztahu (1) je počet otáček n otočné části stroje ve věži za minutu. Na rozdíl od vybíračů s hnacím bubnem nemůže při činnosti stroje tohoto typu vznikat prokluz hnacího elementu [1], avšak závěsný rám se může pootáčet nazpět, a to nejvýše o úhel $\varphi_{\max} < 180^\circ$. Během celého zkouškového období vykonala otočná část stroje při vybírání směsky celkem 224 úplných oběhů a při vybírání vojtěšky s jetelem 111 úplných oběhů. Jelikož byla dodržena kontinuita měření, mohlo být zpoždění otočné části stroje pro každý materiál celkově menší než 180° , tedy relativně tak malé, že lze psát

$$n = \text{konst.}$$

a pro zkoušený stroj je

$$n = 0,44 \text{ min}^{-1} \quad (4)$$

Veličiny s a γ jsou proměnné a bude o nich pojednáno dále.

Pro dané podmínky (věž a vybírač) lze tedy výraz (1) přepsat do tvaru

$$Q = A \cdot s \cdot \gamma \quad q \text{ h}^{-1} \quad (5)$$

kde

$$A = F \cdot n \cdot \frac{60}{1000} \quad (6)$$

a pro podmínky při zkouškách bylo

$$A = 0,743$$

Měrná hmotnost materiálu γ je veličina proměnná a za jinak stejných okolností se zvětšuje s přibývajícím hloubkou pod povrchem H (m). To prakticky znamená, že s postupujícím odběrem materiálu z věže se vybíráč dostává do stále více stlačeného materiálu. Vztah mezi měrnou hmotností silážního materiálu a hloubkou pod původní hladinou siláže ve věži (pod hladinou, která byla před zahájením odběru) vyšetřoval J. Fiala [2] a shledal, že

$$\gamma = \frac{H}{a + bH} \quad \text{kg dm}^{-3} \quad (7)$$

kde konstanty a , b jsou různé podle druhu a vlastností materiálu (vlhkost, délka řezanky apod.).

Průběh této funkce má pro malá H rychle stoupající tendenci, se zvětšujícím se H však ubývá přírůstků γ až pro větší hloubky zůstává téměř beze změny. Počáteční vzrůst funkce $\gamma = f(H)$ je tím strmější a tím dříve dosáhne téměř konstantní velikosti, čím více byl materiál při plnění věže pěchován (za jinak stejných okolností). Poněvadž se však od pěchování siláže při plnění věží upouští, není prakticky možno průběh této funkce ovlivnit.

Pro menší změnu hloubky H náplně ve věži ΔH lze však měrnou hmotnost materiálu ve věži γ pokládat přibližně za konstantní, takže za tohoto předpokladu lze vztah (1) přepsat do tvaru

$$Q = B \cdot s \quad \text{q h}^{-1} \quad (8)$$

kde B je tedy

$$B = F \cdot n \cdot \gamma \cdot \frac{60}{1000} \quad (9)$$

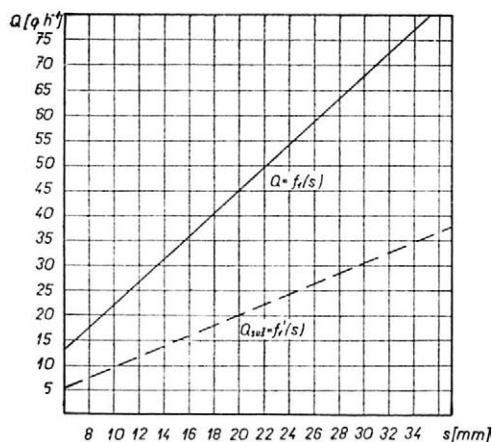
Hloubka záběru s je v daném intervalu proměnlivá závisle na vůli obsluhovače stroje, který ji může regulovat menším či větším popouštěním stroje během činnosti. K tomu účelu je stroj vybaven ručním navijákem.

Ze vztahu (8) vyplývá, že u vrchních vybíracích strojů se zavěšeným rámem je za jinak stejných okolností (nebo jen málo proměnlivých) vztah mezi hloubkou záběru s a hodinovým výkonem stroje Q lineární. Vykonanými pokusy s materiály, jejichž vlastnosti jsou popsány v tabulce I, byla závislost (8) potvrzena a pro velikost konstanty B byly nalezeny tyto hodnoty:

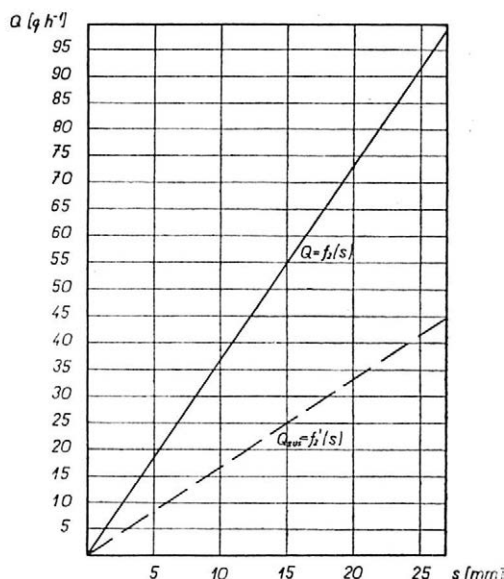
materiál	B
směska	2,25
vojtěška s jetelem	3,67

Rovnice (8) však nedává podklad pro stanovení nejvýše dosažitelného výkonu (meze výkonnosti stroje). Hloubku záběru s však nelze zvětšovat neomezeně,

nýbrž jen do té míry, kdy moment působený odpory proti pohybu otočné části stroje se zvětší na hodnotu, kterou je schopen stroj ještě překonávat. Tato otázka byla podrobně popsána již dříve [1].



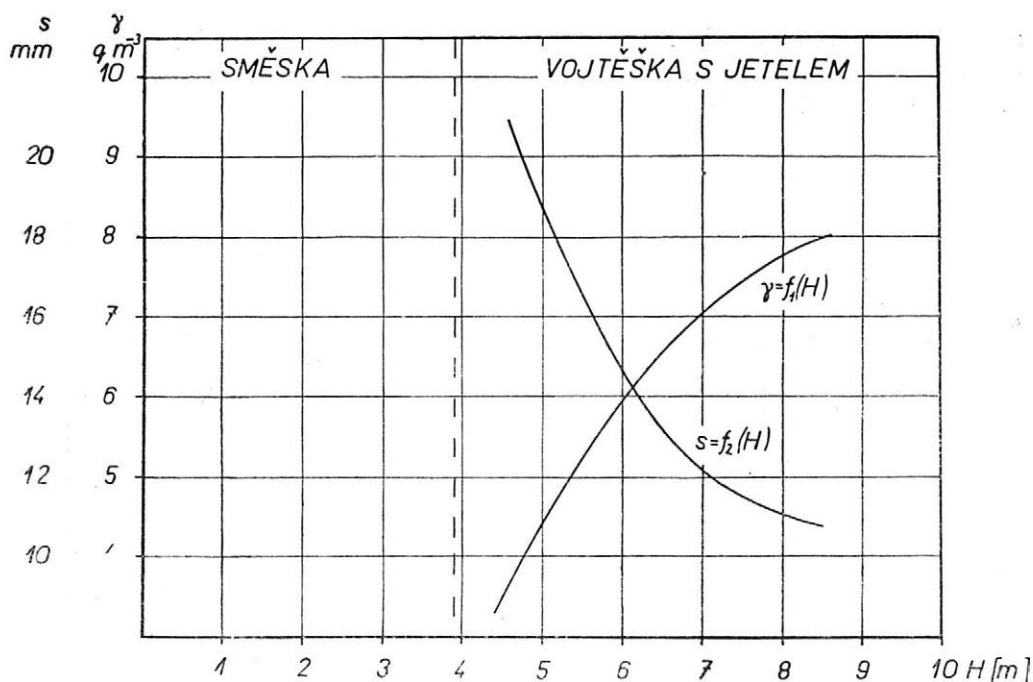
2. Grafické znázornění výkonu vybírače Q jako funkce hloubky záběru frézovacích šneků s pro směsku



3. Grafické znázornění výkonu vybírače Q jako funkce hloubky záběru frézovacích šneků s pro vojtěšku

Vztah mezi hloubkou záběru s a hodinovou výkonností stroje Q , vyšetřený pokusně pro oba zkoušené materiály, je znázorněn v diagramech na obrázcích 2. a 3. V těchto diagramech jsou čárkovaně vyznačeny ještě vztahy mezi hloubkou záběru a hodinovým výkonem stroje, přepočítaným na vybranou sušinu materiálu.

Zkoumejme nyní dále otázku velikosti hodinového výkonu stroje v průběhu vybírání vysoké vrstvy materiálu, kdy již nelze zavádět dříve užitý předpoklad, totiž $\gamma = konst.$ K řešení lze použít rovnice (5), která má obecnou platnost. Proměnlivost měrné hmotnosti materiálu γ v závislosti na hloubce H byla již vysvětlena a pro vojtěšku s jetelem byla v průběhu zkoušek poznána, jak je znázorněno v diagramu na obrázku 4 (čára $\gamma = f_1/H$). Odtud by mohlo být usuzováno, že udržuje-li se hloubka záběru s pro všechna H stejná, měl by s ubýváním výšky náplně ve věži výkon přibývat úměrně průběhu funkce $\gamma = f_1/H$. Zkouškami bylo zjištěno, že tento stav je sice možný, avšak prakticky nevýznamný. V souladu s pravděpodobnými požadavky praktického provozu stroje byla hloubka záběru s během zkoušek regulována tak, aby dosahovaný výkon byl stále co možno nejvyšší. Tím bylo zjištěno, že s přibýváním hloubky pod původní hladinou materiálu H ubývá hloubka záběru s (v diagramu na obr. 4 čára $s = f_2/H$). Tento jev je logicky vysvětlitelný tím, že čím upěchovanější je odebíraný materiál, tím větší odpory vznikají proti krouživému pohybu stroje, a dále též tím, že s přibývajícím délkou lan, na kterých stroj visí, ubývá maximální velikosti momentu, jímž může být stroj uváděn do pohybu [1].



4. Grafické znázornění měrné hmotnosti vojtěšky s jetelem γ a hloubky záběru frézovacích šneků s jako funkce hloubky pod původní hladinou materiálu H . Směska byla ve věži uložena nad vojtěškou s jetelem

V průběhu těchto zkoušek měl výkon stroje mírně vzestupnou tendenci (se zvětšováním H), avšak zvětšování výkonu bylo znatelně menší než by mělo odpovídat zvětšování měrné hmotnosti materiálu γ . Toto zdánlivé omezování výkonu bylo nutno provádět obsluhou stroje (zmenšováním hloubky záběru s) proto, aby i ve spodních, více stlačených vrstvách byla zachována plynulá činnost stroje. Pro lepší pochopení této záležitosti možno snad ještě připojit, že šlo skutečně jen o zdánlivé omezování výkonu, neboť při zachování stále stejné (původně nastavené) hloubky záběru zvětšil by se výkon stroje až na mez, kterou stroj nemůže překročit, a tím by byla jeho další činnost znemožněna.

Závěrem k této stati lze tedy shrnout, že v průběhu vybírání náplně věže vybíračem se zavěšeným rámem přibývá sice mírně hodinového výkonu (za jinak stejných okolností), ne však úměrně zvětšování měrné hmotnosti materiálu. Praktický důsledek toho je ten, že má-li být strojem tohoto typu dosahováno přibližně stejného výkonu v průběhu vybírání celé náplně věže, je nutno postupně zmenšovat hloubku záběru stroje. Je jisté v tomto případě účelné zahajovat odběr materiálu z věže s pokud možno největší hloubkou záběru. Tento postup by bylo třeba volit u mechanizovaných krmných linek s přímou součinností vybírače se žlabovými hrnouchy nebo unášivými dopravníky (pro vazné neprůjezdné stáje).

Výše uvedené vztahy platí ovšem jen při stejných fyzikálně mechanických vlastnostech vybíraného materiálu. Výsledky pokusů však odpovídají i na otázku vlivu nejdůležitějších fyzikálně mechanických vlastností materiálu, a to obsahu sušiny a délky řezanky, na výkon vybíracího stroje se zavěšeným rámem a odhazem do vnitřní šachty.

2.2 VYBÍRACÍ VÝKON PŘI RŮZNÉ DÉLCE ŘEZANKY A VLHKOSTI MATERIÁLU

Zkouškami bylo potvrzeno, že stroj může dosáhnout velmi vysokého vybíracího výkonu, a to jak absolutního, tak i vztaženého na vybranou sušinu. Dokládají to výsledky některých pokusů, obsažené v tabulce III. Naproti tomu bylo však v některých obdobích zkoušek dosahováno výkonů, které zůstávaly hluboko pod průměrem.

III. Maximální výkony dosažené při zkouškách vybírače Big Jim

Datum	Hodinový výkon $q \text{ h}^{-1}$		Množství materiálu vybrané při pokusu q	Délka řezanky cm	Obsah sušiny %	Materiál
	absolutní	na sušinu				
2. 9. 65	76,95	34,09	41,4	2,95	44,30	směska
13. 9. 65	70,05	28,24	26,2	1,68	40,30	vojtěška s jetelem
14. 9. 65	96,80	40,51	36,3	1,68	41,84	vojtěška s jetelem

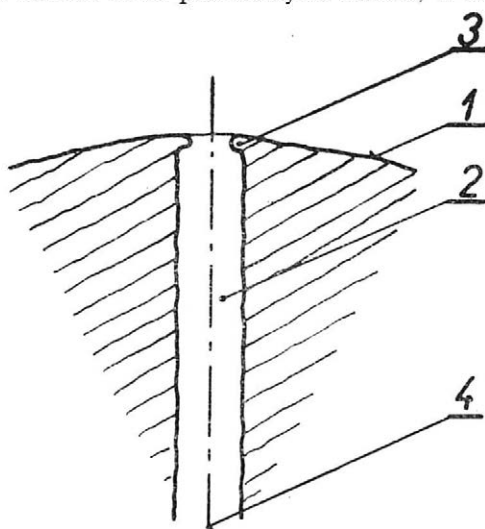
Již v průběhu zkoušek bylo možno pozorovat, že stroj pracuje mnohem plynuleji a lépe s kratší řezankou. S prodlužováním délky řezanky vzrůstá totiž nebezpečí zužování horního vstupního otvoru do shazovací šachty tím, že jednotlivé částice hrnuté šneky k šachtě vytvářejí kruhový převis (obr. 5). Tento jev vyústí většinou v úplné ucpání vstupního otvoru šachty, takže je nutno stroj zastavit a otvor ručně obnovit. Studium výsledků zkoušek však bylo shledáno, že délka řezanky není jediným činitelem, který ovlivňuje plynulost chodu stroje a tedy též jeho výkon, nýbrž že výkon je funkcí dvou proměnných veličin, a to délky řezanky a sušiny materiálu. Plynulost chodu stroje, a tedy též jeho výkon, se snižuje s prodlužováním délky řezanky a se snižováním obsahu sušiny v materiálu.

Tak např. zcela plynulého chodu stroje bylo dosaženo při vybírání směsky za podmínek uvedených v tabulce IV.

Jindy i při menší délce řezanky, avšak při nižším obsahu sušiny, docházelo k provozním poruchám. Vlastnosti směsky, při nichž tento stav vznikal, uvádí rovněž tabulka IV.

Obdobné výsledky byly získány i při vybírání vojtěšky s jetelem, jak je uvedeno v tabulce V.

Z těchto výsledků lze vyvodit, že pro plynulou činnost vybírače je příznivá velmi krátká řezanka; je-li však řezanka o něco delší, lze plynulost vybírání zajistit vyšším obsahem sušiny v materiálu.



5. Známkování kruhového převisu u vrchního okraje shazovací šachty, který se vytváří při vybírání delší řezanky s menším obsahem sušiny

1 – hladina siláže, 2 – vnitřní shazovací šachta, 3 – kruhový převis, 4 – osa věže

IV. Vlastnosti směšky při bezporuchovém a poruchovém provozu

Provoz bez poruch		Provoz s poruchami	
délka řezanky cm	obsah sušiny %	délka řezanky cm	obsah sušiny %
1,85	51,96	2,83	33,97
2,41	43,43	2,83	36,60
2,95	44,30	2,83	36,52
3,19	49,56	3,16	32,00

V. Vlastnosti vojtěšky s jetelem při bezporuchovém a poruchovém provozu

Provoz bez poruch		Provoz s poruchami	
délka řezanky cm	obsah sušiny %	délka řezanky cm	obsah sušiny %
1,67	40,30	2,17	41,56
1,97	56,40	2,53	30,55
2,16	43,65		
2,76	57,95		

V závěru této stati nutno ještě zdůraznit, že má-li materiál takové fyzikálně mechanické vlastnosti, při kterých stroj pracuje zcela plynule, zvyšuje se jeho výkon se zmenšováním délky řezanky. A dále: zákonité vztahy mezi některými veličinami, vysvětlené výše, platí pouze v podmínkách, které umožňují plynulý chod stroje.

2.3 PŘÍKON A MĚRNÁ SPOTŘEBA ENERGIE K VYBÍRÁNÍ

K odvození vztahu mezi velikostí příkonu nebo měrné spotřeby energie k vybírání a hodinovým výkonem stroje se opět použilo výsledků pokusů, při nichž byly podmínky takové, že nevznikaly provozní poruchy. Je totiž nutno si uvědomit, že vznikají-li během činnosti poruchy s nutností stroj často vypínat a znovu zapínat, stoupá spotřeba energie k vybírání.

Zavedeme-li značení

E = měrná spotřeba energie k vybírání (kW h q^{-1})

N = příkon hnacího motoru vybírače (kW)

Q = výkon stroje (q h^{-1})

můžeme obecný vztah pro měrnou spotřebu energie napsat ve tvaru, který je pro další úvahy žádoucí, totiž

$$E = \frac{N}{Q} \quad (10)$$

Měřením bylo zjištěno, že vztah mezi výkonem stroje Q a příkonem N je ve zkoumaném intervalu lineární (čáry $N = f / Q$ v diagramu na obr. 6) a musí tedy pro tuto závislost platit rovnice

$$N = C + k \cdot Q \quad (11)$$

takže po dosazení vztahu (11) do vztahu (10) a po úpravě dostáváme výraz pro veličinu, charakterizující hospodárnost provozu stroje, tj. pro měrnou spotřebu elektrické energie k vybírání E :

$$E = \frac{C}{Q} + k \quad (12)$$

kde: $C = 1,56$

směrnice k je různá pro jednotlivé materiály, a to:
pro směsku $k = 0,0145$
pro vojtěšku $k = 0,02$

Tato funkce je zobrazena rovnocasnou hyperbolou, jejíž asymptoty leží jednak v ose ordin, jednak v přímce rovnoběžně s osou úseček ve vzdálenosti k (čáry $E = k/Q$ v diagramu na obr. 6). Pro $C > 0$ tato funkce stále klesá, což prakticky znamená, že se zvětšujícím se výkonem stroje stále ubývá měrné spotřeby energie. Ovšem se vzrůstem výkonu se úbytek měrné spotřeby energie zmenšuje, takže zvětšení výkonu o určitou hodnotu v oblasti menších Q má s ohledem na hospodárny provoz stroje mnohem větší význam než totéž zvýšení výkonu v oblasti větších Q . Bylo by tedy nesprávné nechávat stroj pracovat s malým výkonem. Tyto vývoje byly ověřeny výsledky měření v intervalu $31,7 \leq Q \leq 96,80$ pro vojtěšku a $25,31 \leq Q \leq 76,95$ pro směsku. Pro úplnost možno snad ještě doplnit, že výkon lze zvyšovat pouze k mezi výkonnosti stroje [1].

3. ZÁVĚR

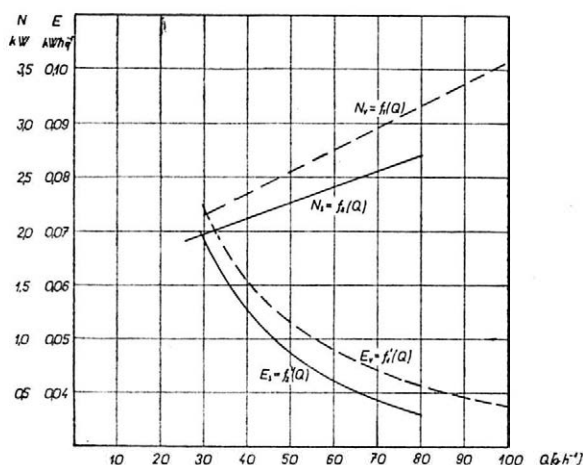
3.1 Vrchní vybírač siláže z věži se zavěšeným rámem a s vnitřní šachtou Big Jim není schopen samostatně pracovat s delší řezankou, neboť dochází k častému ucpávání vstupního otvoru vnitřní shazovací šachty. K překonání vznikajících obtíží musí v tom případě pracovat ve věži navíc ještě jeden obsluhovač. Je-li obsah sušiny v materiálu vyšší, může stroj pracovat plynule i při větší délce řezanky.

3.2 Byly shledány zákonité vztahy mezi některými důležitými veličinami hlavně v období, kdy nevznikaly uvedené obtíže.

3.3 V podmínkách přibližně stejné měrné hmotnosti materiálu ve věži je hodinový výkon stroje v lineárním vztahu k hloubce záběru frézovacího orgánu.

3.4 Při větší změně měrné hmotnosti materiálu ve věži, která je závislá na hloubce pod původním povrchem siláže, vybírací výkon stroje během vybírání celé náplně věže mírně vzrůstá, nikoliv však úměrně přírůstku měrné hmotnosti materiálu.

3.5 Příkon stroje je v lineárním vztahu k jeho výkonu. Měrná spotřeba energie k vybírání se zmenšuje se zvyšováním výkonu v celém rozmezí výkonů, které stroj může poskytovat.



6. Grafické znázornění příkonu N a měrné spotřeby energie E jako funkce výkonu stroje Q . Plné čáry jsou pro směsku, čárkované pro vojtěšku

Došlo dne 27. 12. 1965

1. Blažek, J.: Příspěvek k teorii a výpočtu vrchních vybíračů siláže. Zemědělská technika 1965, č. 10. — 2. Fiala, J.: Fyzikální vlastnosti pořezaných materiálů v procesu přípravy senáže a zavadlé siláže. Zemědělská technika 1965, č. 8/9.

Анализ основных производственных свойств устройства для верхней выемки силоса с подвешенной рамой

Устройство для верхней выемки силоса из башен с подвешенной рамой и с внутренней шахтой Биг Джим не может самостоятельно работать с длинной сечкой, так как при этом входное отверстие внутренней шахты сбрасывания часто забивается. Для преодоления таким образом возникающих препятствий в башне в таком случае должен работать еще один дополнительный работник. Однако, если материал содержит больше сухого вещества, машина может бесперебойно работать даже с длинной сечкой.

Были установлены закономерные зависимости между некоторыми важными величинами главным образом в такой период, когда приведенные затруднения не возникали.

В условиях приблизительно одинаковой мерной плотности материала в башне часовая производительность машины находится в линейной зависимости от глубины захвата фрезового органа.

При больших изменениях удельной плотности материала в башне, зависящей от глубины под первоначальной поверхностью силоса, производительность устройства для выемки силоса во время подъема всего содержимого башни слабо увеличивается, но не пропорционально приросту удельной плотности материала.

Потребляемая мощность машины находится в линейной зависимости от ее производительности. Удельное потребление энергии при выемке силоса уменьшается по мере увеличения производительности машины во всем диапазоне производительности, которую машина способна дать.

Analysis of the Principal Operation Properties of Top Ensilage Unloaders with Attached Frame

The Big Jim top ensilage unloader with attached frame and with an inner shaft for discharging towers is not capable of independent work with longer chaff in consequence of frequent clogging of the inlet opening of the discharge shaft. Overcoming of the arising difficulties requires in this case and additional attendant in the tower. If the solid content in the material is higher, however, the machine can continuously operate even when handling chaff of greater length.

Regular relations were found between some important factors, mainly in periods where the mentioned difficulties were not encountered.

For approximately equal specific mass of the material in the tower, there is a linear relation between the performance of the machine and the depth of penetration of the rotary hoe.

At greater variations of the specific mass of the material in the tower, which depends on the depth under the initial surface of the ensilage, the output of the machine rises moderately during the unloading of the entire tower filling, however, not proportionally to the increase of the specific mass of the material.

The power input of the machine is linearly related to its output. The specific power consumption for unloading decreases with increasing output of the machine in the entire output range which the machine can afford.

Adresa autora:

Inž. Josef Blažek, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Řepy u Prahy

633.311 : 631.563.2 531.43

■ Pre konštruovanie strojov na zber a ďalšiu manipuláciu s hmotou rezanej lucerky a iných plodín je potrebné poznať základné fyzikálno-mechanické vlastnosti týchto hmôt.

Základným faktorom z hľadiska konštrukčného riešenia a hlavne dimenzovania energetického zdroja je koeficient trenia, ktorý je zastúpený pri výpočte odporu proti pohybu hmoty v každom dopravnom zariadení.

Pretože sa manipuluje s hmotou o rôznej relatívnej vlhkosti a sú požiadavky na určitú dĺžku sečky, je potrebné koeficient trenia sledovať v závislosti na zmene týchto parametrov hmoty. Tieto parametre vystupujú do popredia obzvlášť u nových technologických postupov pri konzervovaní krmiva v silážnych vežiach.

LITERÁRNY PREHLAD

Pre zber krmovín pre senáž do silážnych veží uvádza B l a ž e k (1965) ako základnú požiadavku na krmovinu vlhkosť 50—60 % pre hermetické veže a 35 až 40 % pre veže otvorené. Pre zabezpečenie dokonalého utlačenia hmoty i dobrej práce vyberacieho zariadenia uvádza autor požiadavku na dĺžku sečky 20—40 mm.

V závislosti na manipulovaní s hmotou je treba pre konštrukčné a stavebné úpravy strojov a zariadení poznať koeficient trenia za kľudu i za pohybu. Ďalej v závislosti na rôznom navrstvení hmoty je treba sledovať koeficienty trenia na mernom tlaku na podložku. Podľa F i a l u (1965) je treba sledovať koeficienty trenia na dĺžke sečky a jej vlhkosti.

K o r n e e v (1961) uvádza, že pre správnu konštrukciu stroja je treba poznať ako základný parameter koeficient trenia o rôzne podložky, ktoré prichádzajú do úvahy pre konštrukčný materiál. Trenie vplýva podľa autora na potrebný príkon dopravného zariadenia. Veľkosť koeficientu trenia za pohybu v porovnaní za kľudu sa pohybuje v rozpätí, ktoré je dané vzťahom:

$$f \doteq (0,7 \div 0,9) f_0$$

Veľkosť častíc hmoty vplýva podľa autora i na základné rozmery pracovného ústrojenstva. Pre seno a lisovanú slamu uvádza koeficient trenia za kľudu na oceli $f_0 = 0,35$, na dreve $f_0 = 0,37$ a na gume $f_0 = 0,40$. Pre siláž z kukurice uvádza $f_0 = 0,73$ na oceli, $f_0 = 0,78$ na dreve a $f_0 = 0,83$ na gume..

K r a s n i k o v (1962) uvádza koeficient trenia tiež ako základný parameter pre konštrukciu a využitie strojov a zariadení.

Richter (1955) uvádza pre siláž $f_0 = 0,66-0,7$ na kove a $f_0 = 0,75$ na dreve.

Fiala (1965) uvádza pokles f_0 u kukuričnej siláže v závislosti na mernom tlaku. Najväčšie hodnoty f_0 boli podľa autora dosiahnuté na gume, oceli a betóne, nižšie hodnoty na novodure, dreve a hliníku. U lucerkovej siláže uvádza autor najvyššie hodnoty f_0 na oceli, hliníku a gume a nižšie na betóne, dreve a novodure.

Dedkov (1964) zistil pokles f na rýchlosti pohybu.

Čičinaďze (1964), ktorý sa zaoberal závislosťou koeficientu trenia, resp. trecej sily na kolmom tlaku a rýchlosti pohybu, uvádza, že pri konštantnom kolmom tlaku s rastúcou rýchlosťou klesá podľa paraboly trecia sila. Ak kolmý tlak narastá od nuly do maxima priamoúmerne a rýchlosť klesá priamoúmerne, trecia sila stúpa podľa paraboly.

Sokolov (1965) uvádza u lucerky na neopracovanom ocelovom plechu $f_0 = 0,5$ pri vlhkosti 31,7–36,2 % a na dreve $f_0 = 0,63$ pri tej istej vlhkosti; na pocínovanom plechu je pri uvedenej vlhkosti $f_0 = 0,47$.

MATERIÁL A METODIKA VLASTNEJ PRÁCE

Koeficient trenia sme merali v laboratórnych podmienkach. Ako vzorky sme brali lucerku v období zberu na MSPV v Nitre.

Sledovali sme koeficient trenia za kludu a za pohybu v závislosti na:

- a) dĺžke sečky,
- b) vlhkosti hmoty,
- c) mernom tlaku,
- d) rôznej hmoty podložky,
- e) rôznej rýchlosti pohybu u koeficientu trenia za pohybu.

Pre zisťovanie koeficientu trenia v závislosti na dĺžke sečky sme si pripravovali rezaním sečku o dĺžkach 10 až 100 mm.

V závislosti na vlhkosti hmoty sme merania opakovali 3–5 dní za sebou, čím sa hmota vysušovala v závislosti na mikroklimatických podmienkach. Minimálna vlhkosť hmoty sa pohybovala v rozpätí 25–30 %.

Zmenu merného tlaku sme dosahovali pridávaním olovených dosiek.

Ako podložky sme používali hmoty, ktoré prichádzajú do úvahy pre konštrukčné časti strojov a zariadení v našich podmienkach, tj. ocelový plech, hliníkový plech, umelá hmota PVC, betón, drevo a guma.

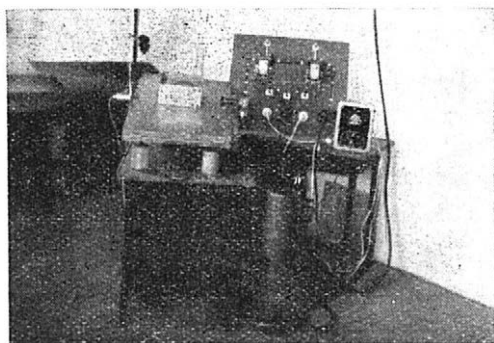
Pretože pri meraní sa namerané hodnoty podstatne neodlišovali, opakovali sme meranie 10krát.

Pri meraní koeficientu trenia za pohybu sme merali jeho zmenu v závislosti na rýchlosti pohybu podložky.

POUŽITÉ ZARIADENIE A PRÍSTROJE

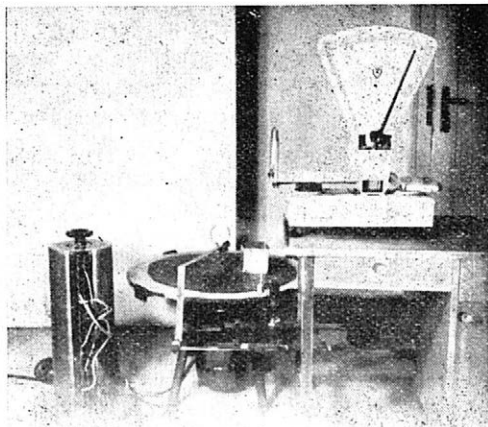
Statický koeficient trenia sme merali na sklápateľnom tribometri (obr. 1).

Doska, ktorú sme sklápali s uloženou vzorkou v krabici o rozmeroch 200 X 200 mm a prípadne s pridávaným závažím, sa zdvíhala pomocou pákového mechanizmu od hnacej pohybovej skrutky. Skrutka dostávala pohyb od hnacieho elektromotora. Vlastné ovládanie hnacieho elektromotora v závislosti od pohybu vzorky sme riešili pomocou univerzálneho fotorelé FRU. Tým sme



1. Sklápačelný tribometer

2. Tribometer pre meranie koeficientu trenia za pohybu



omedzili možnosť neobjektívneho pozorovania voľným okom. Fotorelé prenieslo svetelný impulz od vzorky na ovládaciu cievku stykača a ten prerušil prívod prúdu k elektromotoru. Spätný pohyb sklápačelnej dosky vyvolal impulz tlačítkom pre spätný pohyb, upravila sa vzorka a tlačítkom pre spustenie sa uviedlo celé zariadenie do činnosti znova.

Podložky sa uchyťovali na sklápačelnú dosku pomocou skrutiek a krídlových matic. Kinetický koeficient trenia sme merali na tribometri (obr. 2), u ktorého sa podložka otáčala, vzorka s krabicou boli uložené na podložke a pomocou lanka sa sila potrebná na udržanie v rovnováhe medzi krabicou a pohybom podložky prenášala na váhu. Zmenou počtu otáčok hnacieho elektromotora sme dosahovali rôzne rýchlosti posunu a tým i rôzne hodnoty koeficientu trenia v závislosti na rýchlosti posunu. Napätie sme regulovali trojfázovým regulačným transformátorom, čím sa dosahovali rôzne otáčky elektromotora. Merný tlak sa menil v závislosti na zaťažení pomocou olovených dosák v rozmedzí do $0,06 \text{ kp cm}^{-2}$.

Vzorky pre zisťovanie vlhkosti hmoty sme odoberali zo skúšanej hmoty a vysušovali v kelimkoch v sušiackej peci pri teplote 105° C do konštantnej váhy.

VLASTNÁ PRÁCA A VÝSLEDKY

Meranie koeficientu trenia za kludu na sklápačelnom tribometri je založené na rozložení váhy na naklonenej rovine na zložky:

$$T = G \cdot \sin \alpha \quad (\text{kp})$$

$$N = G \cdot \cos \alpha \quad (\text{kp})$$

kde: G = váha vzorky

α = uhol sklonenia

T = dotyčnicová zložka

N = kolmý tlak na podložku

Koeficient trenia je daný vzťahom:

$$f = \frac{T}{N} = \frac{G \cdot \sin \alpha}{G \cdot \cos \alpha} = \text{tg } \alpha$$

Číže koeficient trenia je daný tangentou trecieho uhla. V našom prípade je uhol α rovný uhlu φ (treciemu uhlu).

Pohyb vzorky po naklonenej rovine nastáva, ak sínová zložka váhy prekoná odpor trenia vyvolaný cosínovou zložkou váhy o podložku.

Tak meraním uhlu sklonenia dosky tribometra, pri ktorom nastane pohyb, a vyhľadáním tangenty dostaneme koeficient trenia.

Podobne i pri meraní koeficientu trenia za pohybu sa určuje koeficient trenia ako pomer medzi trecou silou T a kolmým tlakom N podľa vzťahu:

$$f = \frac{T}{N}$$

Pri meraní koeficientov trenia za kľudu i za pohybu sme používali vzorky o rôznej dĺžke sečky, ich rôznej vlhkosti; merali sa pri rôznom mernom tlaku a na rôznych podložkách. Koeficient trenia za pohybu sa zisťoval pri rôznych rýchlostiach pohybu podložky.

Vlhkosť materiálu sa zisťovala vysušovaním vzorky do konštantnej váhy pri teplote 105°C a stanovila sa na základe vzťahu:

$$\varphi = \frac{G_v}{G_c} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde G_v = váha odparenej vzorky

G_c = celková váha vzorky pred sušením

Koeficient trenia za kľudu je závislý na rôznych faktoroch, medzi ktorými sú ako najdôležitejšie:

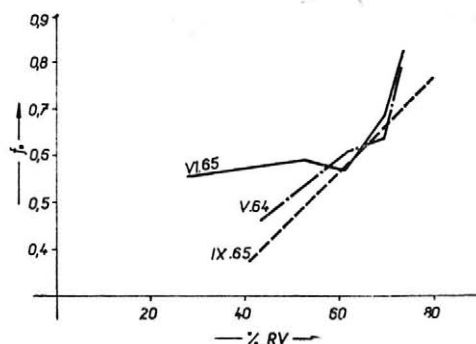
- a) vlhkosť hmoty,
- b) vlastnosti podložky,
- c) tlak hmoty na podložku,
- d) podložka častíc hmoty.

VLIV VLHKOSTI HMOTY

Vlhkosť hmoty vplýva na veľkosť koeficientu trenia. Výsledky, ktoré sme získali meraním koeficientu trenia za kľudu f_0 v jednotlivých rokoch, naznačujú, že s vyšším obsahom vlhkosti materiálu stúpa koeficient trenia. Obrázok 3 uvádza výsledky zmeny koeficientu trenia za kľudu v celkovom porovnaní v troch meraných obdobiach. Krivka kreslená plnou čiarou udáva priebeh zmeny f_0 v závislosti na RV merania v júni 1965, bodkočiarkovane v máji 1964 a čiarkovaná v septembri 1965. Výsledok zo septembra 1965 hovorí o priamoúmernosti závislosti f_0 na RV hmoty. Odchýlky čo do veľkosti f_0 , hlavne pri vlhkostiach pod 50 %, môžu byť spôsobované vlastnosťami lucerky v závislosti na jej vegetačnom štádiu.

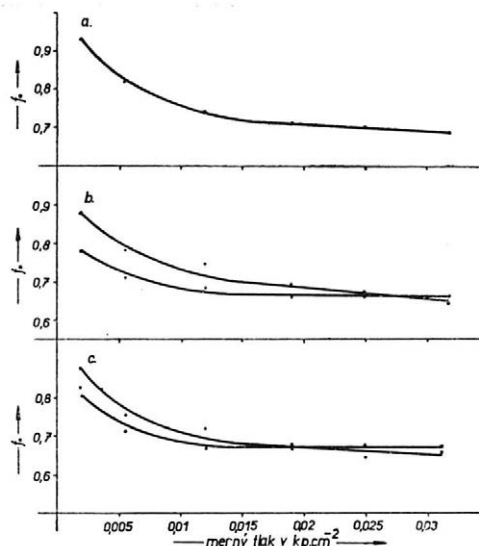
VLIV MATERIÁLU PODLOŽKY A JEJ VLASTNOSTI

Základné materiály, ktoré prichádzajú do úvahy pre konštrukčné riešenie funkčných mechanizmov, strojov a zariadení vplývajú na koeficient trenia. V tabuľke I sú uvedené výsledky meraní na rôznych podložkách. Na základe týchto výsledkov môžeme dedukovať, že najväčší koeficient trenia za kľudu je na gume, ocelovom plechu, PVC, až po hliníkový plech, betón a drevo, u ktorých sú hodnoty nižšie.



3. Závislosť koeficientu trenia za klúdu na vlhkosť lucerky pre $l = 1$ cm na dreve

4. Závislosť f_0 na mernom tlaku pre dĺžku sečky 1–5 cm na oceľovom plechu pri vlhkosti $\varphi = 76$ –78 %



Dá sa predpokladať, že nerovnosť, resp. drsnosť podložky, bude vplývať na koeficient trenia, pokiaľ by sme porovnávali podložky z toho istého materiálu.

K podrobnému štúdiu závislosti koeficientu trenia by sa musela sledovať drsnosť povrchu pomocou profilografu a na základe takýchto zistení zaujať k tomuto názoru stanovisko. Podľa mnohých autorov má drsnosť povrchu podložky vliv na f_0 .

VLIV MERNÉHO TLAKU NA PODLOŽKU

Tento faktor sa prejavuje u poľnohospodárskych materiálov, ktorých vlastnosti sú odlišné od tuhých látok v technickej praxi.

Na obrázku 4 sú vynesené závislosti f_0 na mernom tlaku v rozpätí 0,005 až 0,03 kp cm^{-2} . Pod písmenom *a* je vynesená závislosť pre dĺžku sečky $l = 3$ cm, na podložke oceľový plech. Korelačný koeficient $r = -0,9868$ a je väčší ako uvádzajú štatistické tabuľky pre uvedený počet stupňov voľnosti pre pravdepodobnosť 95 %. Namerané hodnoty f_0 boli ďalej štatisticky spracované a výsledky budú uvedené v tabuľke. Krivky pod písmenom *b* znázorňujú závislosť f_0 – merný tlak pre dĺžku sečky $l = 1$ cm pre vyššie hodnoty a $l = 4$ cm pre nižšie hodnoty. Pre dĺžku $l = 1$ cm hodnota $r = -0,9364$ a taktiež je vyššia ako tabuľková hodnota; potvrdzuje teda funkčnú závislosť. Pre dĺžku $l = 4$ cm je $r = -0,56627$ a je menšia ako tabuľková hodnota. Čiže táto funkčná závislosť nie je korelačným koeficientom potvrdená. Krivky pod písmenom *c* udávajú závislosti pre $l = 5$ cm pre hodnoty vyššie pri nižších tlakoch a nižšie pri tlakoch vyšších. Hodnota korelačného koeficientu $r = -0,858$ znova potvrdzuje funkčnú závislosť. Pre dĺžku $l = 2$ cm je posledná krivka, pre ktorú korelačný koeficient nepotvrdzuje funkčnú závislosť.

Funkčné závislosti koeficientu trenia za klúdu na mernom tlaku boli ďalej štatisticky spracované pre pravdepodobnosť 95 % podľa vzťahu:

$$f_0 - 1,96 \hat{\sigma} f_0 < \mu < f_0 + 1,96 \hat{\sigma} f_0$$

I. Závislost koeficientu trenia za klúdu na podložkách

Dĺžka v cm	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Vlhkosť v %	59,4	71,7	63,9	63,8	62,9	62,7	46,3	59,13	44,7	45,6	43,8	43,2
Hliníkový plech	0,80	0,84	0,79	0,71	0,76	0,78	0,65	0,76	0,64	0,61	0,59	0,61
Oceľový plech	0,78	0,81	0,73	0,43	0,74	0,72	0,58	0,71	0,62	0,56	0,56	0,59
Guma	0,84	0,86	0,88	0,85	0,82	0,85	0,71	0,80	0,75	0,72	0,70	0,76
Betón	0,68	0,78	0,68	0,54	0,61	0,59	0,52	0,59	0,53	0,49	0,52	0,52
PVC	0,84	0,77	0,79	0,66	0,73	0,76	0,69	0,78	0,64	0,68	0,65	0,64
Drevo	0,60	0,67	0,65	0,60	0,57	0,55	0,46	0,52	0,41	0,40	0,41	0,43

II. Závislosť f_0 na vlhkosti na podložkách drevo a oceľový plech pre dĺžky 1–5 cm

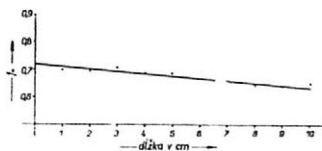
Podložka	Dĺžka v cm	Vlhkosť v %	Stredná hodnota f_0	Smernodajná odchýlka	Rozsah f_0 pre $p = 95 \%$
Oceľový plech	5	77	0,723	0,079	0,71 – 0,73
	4	77	0,695	0,041	0,69 – 0,7
	3	77	0,766	0,027	0,76 – 0,77
	2	77	0,708	0,051	0,70 – 0,715
	1	77	0,736	0,072	0,73 – 0,74
Drevo	1	77	0,73	0,034	0,72 – 0,74
	2	77	0,718	0,060	0,71 – 0,73
	3	77	0,705	0,040	0,70 – 0,71
	4	77	0,710	0,063	0,70 – 0,72
	5	77	0,685	0,051	0,68 – 0,70

Výsledky pre závislosť f_0 na relatívnej vlhkosti sú uvedené v tabuľke II. Navyše sú uvedené v tabuľke výsledky pre podložku drevo. Pre úplnosť uvediem hodnoty korelačných koeficientov: pre $l = 1$ cm je $r = -0,902$; pre $l = 2$ cm je $r = -0,906$; pre $l = 3$ cm je $r = -0,7787$; pre $l = 4$ cm je $r = -0,984$ a pre $l = 5$ cm je hodnota $r = -0,864$. V tomto prípade sú, až na hodnotu r pre dĺžku 3 cm, vyššie ako tabuľkové hodnoty pre 95% pravdepodobnosť a príslušný počet stupňov voľnosti, čo potvrdzuje funkčnú závislosť.

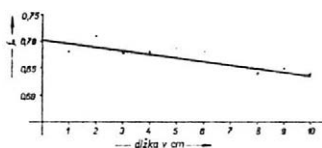
VLIV DĹŽKY SEČKY NA KOEFICIENT TRENIA

Pre stručnosť uvediem na obrázkoch 5, 6, 7 závislosti koeficientu trenia za kľudu na dĺžke sečky pri merných tlakoch $q = 0,03 \text{ kp cm}^{-2}$; $q = 0,02 \text{ kp cm}^{-2}$ a $q = 0,01 \text{ kp cm}^{-2}$. Obrázok 5 pre merný tlak $0,01 \text{ kp cm}^{-2}$ pre podložku drevo, relatívnu vlhkosť hmoty 77%, má rovnicu regresnej priamky, vypočítanej metódou najmenších štvorcov:

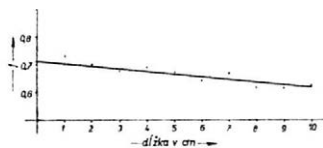
$$y = 0,715 - 0,0096x$$



5. Závislosť f_0 na l na dreve pre 70% vlhkosť hmoty a merný tlak $0,01 \text{ kp cm}^{-2}$



6. Závislosť f_0 na l na dreve pre 70% vlhkosť a merný tlak $0,02 \text{ kp cm}^{-2}$



7. Závislosť f_0 na l na oceľovom plechu pre 77% vlhkosť a merný tlak $0,03 \text{ kp cm}^{-2}$

Hodnota korelačného koeficientu $r = -0,936$ je vyššia ako tabuľková hodnota pre 95% pravdepodobnosť a počet stupňov voľnosti $n^2 = 8$, čo potvrdzuje funkčnú závislosť.

Testovaním korelačného koeficientu pomocou t -Studentovho rozdelenia som dostal hodnotu $t = 7,4942$. Pretože zistená hodnota testu korelačného koeficientu je vyššia ako tabuľková hodnota, je aj jeho hodnota významná (posudzovanie t podľa tab. č. IX, str. 511 Myslivcovej publikácie) [12].

Obrázok 6 pre merný tlak $q = 0,02 \text{ kp cm}^{-2}$ na podložke drevo a vlhkosť hmoty 70 %, má rovnicu regresnej priamky

$$y = 0,705 - 0,0067x$$

Korelačný koeficient $r = -0,765$ je vyšší a platí už horeuvedené.

Testovanie r pomocou t -Studentovho rozdelenia znova potvrdzuje významnosť korelačného koeficientu, pretože hodnota $t = 3,379$ a je vyššia ako tabuľková hodnota.

Obrázok 7 pre $q = 0,03 \text{ kp cm}^{-2}$ na podložke ocelový plech, pre vlhkosť 70 % má rovnicu regresnej priamky

$$y = 0,715 - 0,0117x$$

Korelačný koeficient $r = -0,855$ je vyšší ako tabuľková hodnota (Myslivc: Statistické metódy zemiedského a lesnického výzkumnictví, tab. č. XVIII, str. 526) a potvrdzuje horeuvedené.

V uvedených prípadoch klesá koeficient trenia za kľudu v závislosti na dĺžke sečky nepriamoúmerne, čo vyplýva i z rovníc regresných priamok a záporných hodnôt korelačného koeficientu.

KOEFICIENT TRENIA ZA POHYBU

Obdobne ako pri koeficiente trenia za kľudu bude treba skúmať koeficient trenia za pohybu v závislosti na:

- a) rýchlosti kľzania,
- b) mernom tlaku,
- c) vlhkosti hmoty,
- d) vlastnostiach podložky,
- e) dĺžke hmoty.

VLIV RÝCHLOSTI KĽZANIA NA KOEFICIENT TRENIA

Na obr. 8 je znázornená závislosť koeficientu trenia za pohybu na dreve pri dĺžke sečky $l = 3 \text{ cm}$, relatívnej vlhkosti 68 % a pri mernom tlaku $q = 0,051 \text{ kp cm}^{-2}$. Rovnica regresnej priamky pre tieto podmienky znie:

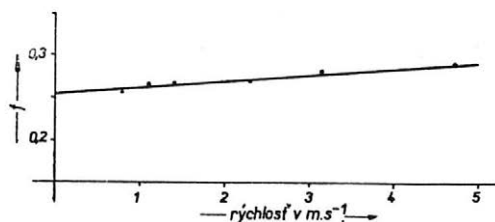
$$y = 0,252 + 0,008x$$

Korelačný koeficient $r = 0,9873$ potvrdzuje funkčnú závislosť, pretože je vyšší ako tabuľková hodnota pre hladinu 95 % a príslušný počet stupňov voľnosti.

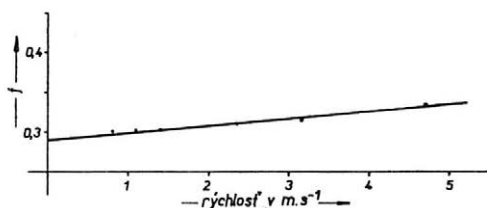
Z rovnice regresnej priamky a hodnoty korelačného koeficientu plynie priamoúmerná závislosť veľkosti koeficientu trenia za pohybu na rýchlosti.

Na obrázku 9 uvádzam regresnú priamku pre koeficient trenia za pohybu na hliníkovom plechu, dĺžku sečky $l = 4 \text{ cm}$, vlhkosť 52,3 %, merný tlak $0,0209 \text{ kp cm}^{-2}$. Korelačný koeficient $r = 0,996$. Rovnica regresnej priamky:

$$y = 0,290 + 0,00887x$$



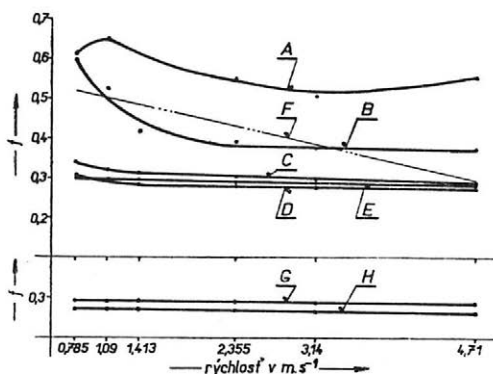
8. Závislosť f na v na dreve



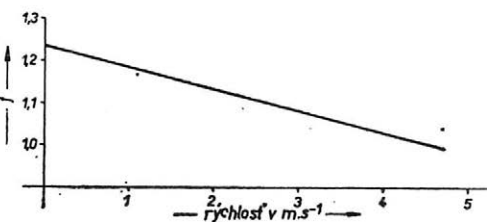
9. Závislosť f na v na hliníkovom plechu

VLIV MERNEHO TLAKU NA KOEFICIENT TRENIA ZA POHYBU

Obrázok 10 vyjadruje vliv záťaže na priebeh koeficientu trenia za pohybu pre podložku drevo, $l = 1$ cm relatívnu vlhkosť 80 %. Krivka A je pre merný tlak $0,002 \text{ kp cm}^{-2}$; B pre $q = 0,012 \text{ kp cm}^{-2}$; F = regresná priamka, $y = 0,5677 - 0,052x$, pre merný tlak $q = 0,012 \text{ kp cm}^{-2}$; G pre $q = 0,052 \text{ kp cm}^{-2}$; H pre $q = 0,062 \text{ kp cm}^{-2}$.



10. Vliv záťaže na f na dreve

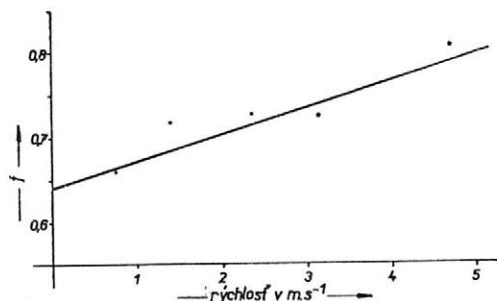


11. Vliv rychlosti na f na umelej hmote

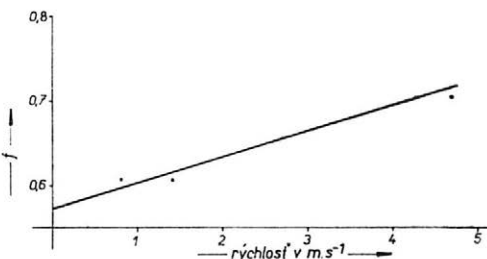
Hodnota korelačného koeficientu pre funkčnú závislosť f na v pri $q = 0,12 \text{ kp cm}^{-2}$ je $r = -0,771$.

Obrázok 11 závislosti $f-v$ na PVC pre $l = 1$ cm, $q = 0,012 \text{ kp cm}^{-2}$, vlhkosť 70 % s regresnou priamkou:

$$y = 0,23 - 0,0498 x$$



12. Závislosť f na v pre merný tlak $0,031 \text{ kp cm}^{-2}$ na gume



13. Závislosť f na v pre merný tlak $q = 0,051 \text{ kp cm}^{-2}$ na gume

Na tejto podložke klesá v rozsahu uvedenej rýchlosti koeficient trenia.

Obrázky 12 a 13 ukazujú na pokles koeficientu trenia za pohybu na mer-
nom tlaku pri jeho vyšších hodnotách. Korelačné koeficienty sú pre graf na
obrázku 12 $r = 0,942$ pre $q = 0,031 \text{ kp cm}^{-2}$ a pre graf na obrázku 13 $r =$
 $= 0,903$ pre $q = 0,051 \text{ kp cm}^{-2}$. Vlhkosť hmoty bola pre obe vzorky 50,1 %.

Vliv vlhkosti a dĺžky sečky a podložky na koeficient trenia za pohybu.

III. Vliv dĺžky sečky, jej vlhkosti a podložky na koeficient trenia za pohybu

Dĺžka v cm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Vlhkosť v %	70	70	70	70	70	42	58	50	52	52
Drevo	0,39	0,29	0,39	0,58	0,3	0,30	0,32	0,30	0,31	0,30
Guma	0,83	0,78	0,57	1,14	0,54	0,49	0,54	0,61	0,75	0,46
PVC	0,57	0,54	0,60	0,67	0,55	0,40	0,52	0,52	0,47	0,40
Betón	0,40	0,36	0,40	0,49	0,53	0,28	0,29	0,33	0,33	0,44
Ocel'ový plech	0,54	0,55	0,4	0,62	0,64	0,34	0,31	0,41	0,33	0,30
Hliníkový plech	0,34	0,59	0,47	0,58	0,67	0,58	0,35	0,43	0,35	0,32
$q = 0,012 \text{ kp cm}^{-2}$					$q = 0,011 \text{ kp cm}^{-2}$					

Porovnanie výsledkov pre vlhkosť a dĺžku sečky na podložkách uvádza ta-
búľka III pre rýchlosť $v = 2,35 \text{ m s}^{-1}$ a merný tlak:

$$q = 0,012 \text{ kp cm}^{-2} \quad \text{a} \quad q = 0,011 \text{ kp cm}^{-2}.$$

Došlo dňa 10. 12. 1965

Literatúra

1. Blažek, J.: Nové poznatky o příprave objemového krmiva. Mechanizácia poľnohospodárstva, 1965, č. 1. — 2. Burmistrová, M. F. a kol.: Fyziko-mechaničeskije svojstva sel'skochoz'jajstvennyh rastenij. Moskva 1962. — 3. Čičimadze, A. V.: Článok v Zborníku Akademie nauk SSSR 1964. — 4. Dedkov, V. K.: Článok v Zborníku Akademie nauk SSSR 1964. — 5. Fiala, J.: Tření zemědělských materiálů. Zemědělská technika, 1965, č. 4. — 6. Horák, Z. - Krupka, F. - Šindelář, V.: Technická fyzika 1960. — 7. Kolektiv VÚZT Řepy: Zpráva o I. etapě výzkumu velkovýrobní technologie v chovu HD. 1965. — 8. Korneev, G. V.: Transportery i elevatory sel'skochoz'jajstvennogo naznačeniya. Kiev 1961. — 9. Kragelskij, I. V. - Vinogradova, I. E.: Koeficienty trenija. Moskva 1962. — 10. Kragelskij, I. V.: Trenija i iznos. Moskva 1962. — 11. Krasnikov, V. V.: Podjomo-transportnyje mašiny v sel'skom choz'jajstve. Moskva 1962. — 12. Myslivec, V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. ČSAZV, Praha 1957.

Коэффициент трения зеленой и увядшей массы резаной люцерны

Результаты определения величин коэффициентов трения в состоянии покоя и движения на плитах могут послужить исходным материалом для конструкционного решения функциональных механизмов машин, а также для строительного приспособления установок для линий приготовления и транспортирования кормов у крупного рогатого скота.

Результаты можно свести к следующему:

- а) по мере увеличения относительной влажности массы увеличивается и коэффициент трения,
- б) коэффициент трения уменьшается по мере удлинения резки,
- в) коэффициент трения уменьшается по мере увеличения удельного давления,
- г) коэффициент трения зависит от специфических свойств плит,
- д) в зависимости от скорости скольжения по мере возрастания скорости коэффициент трения увеличивается, однако, у некоторых плит его тенденция нисходяща.

Что касается коэффициента трения при низких величинах удельного давления, вычисленные величины корреляционных коэффициентов функциональных зависимостей не подтверждают. Это означает, что при значительно неупорядоченном составе частиц массы трудно констатировать определенную регулярность. Но при повышенном удельном давлении такое упорядочение меняется и подтверждается функциональная зависимость от дальнейших параметров массы.

The Coefficient of Friction with the Chopped Green and Wilted Alfalfa

The results of the investigation give the coefficients of friction at rest and in movement on plates of materials which can be considered for the design of the machine mechanisms and or for the building constructions and adaptations to serve for the cattle feeding systems in both preparation and transport of feedstuffs.

The results can be summarized as follows:

- a) the friction coefficient will increase with the rising relative moisture contents,
- b) the friction coefficient will decrease with the increasing length of the chopped material,
- c) the friction coefficient will decrease with the rising specific pressure,
- d) the friction coefficient depends on the specific properties of the plate,
- e) depending upon the speed of the slip, the friction coefficient will increase with the increasing speeds, though it may decrease with some plates.

As for the friction coefficient with low specific pressures, the calculated values of the correlative coefficients have not confirmed any dependences of function. Consequently, a definite uniformity can be hardly determined with very irregular arrangement of the particles. In case of higher specific pressures, however, the lay-out will change and the functional dependence on the other parameters of the material was confirmed.

Reibungskoeffizient der grünen und angewelkten gehäckselten Luzerne

Die Ergebnisse der Wertermittlung der Reibungskoeffiziente im Ruhestande und während der Bewegung des Luzernehäcksels auf einer Unterlage, können als Ausgangswerte für konstruktionsgerechte Lösung der Arbeitsmechanismen der Landmaschinen, sowie für bauliche Anpassungen der Einrichtungen für die Futterkette bei Rindvieh benützt werden.

Die Ergebnisse können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- a) der Reibungskoeffizient steigt mit dem steigenden relativen Wassergehalt der Luzerne an,
- b) der Reibungskoeffizient sinkt mit der Häcksellänge,
- c) der Reibungskoeffizient sinkt mit dem steigenden spezifischen Druck,
- d) der Reibungskoeffizient ist von den spezifischen Eigenschaften der angewendeten Unterlage abhängig,
- e) der Reibungskoeffizient steigt mit der Gleitgeschwindigkeit an, jedoch weist auf einigen Unterlagen auch sinkende Tendenz auf.

Für den Reibungskoeffizient bei niedrigen Werten des spezifischen Druckes wurden die Funktionsabhängigkeiten durch die berechneten Werte der Korrelationskoeffiziente nicht bestätigt. Das bedeutet, daß bei einer sehr ungeordneter Zusammensetzung des Häcksels eine Regelmäßigkeit schwer festzustellen ist. Bei höheren spezifischen Drücken ändert sich diese Anordnung und die Funktionsabhängigkeit von weiteren Parametern wurde bestätigt.

Adresa autora:

Inž. Jozef Lobotka, Vysoká škola poľnohospodárska, prevádzkovo-ekonomická fakulta, katedra vnútropodnikovej mechanizácie a elektrifikácie, Nitra

■ Pro separaci zrna z pořezaného obilí se běžně používá stolových vytrásadel s velkou amplitudou a malým počtem kmitů. V průmyslu se však již dlouhou dobu používá třídičů ve spojení s dopravou, s malými amplitudami a velkým počtem kmitů. Tato zařízení mají některé výhody, zvláště malý příkon a malý přenos sil do okolí při provozních otáčkách. Bylo proto rozhodnuto ověřit tento způsob pro separaci zrna z pořezaného obilí. V počátečních fázích výzkumné práce byla pozornost soustředěna převážně na otázky vlastní separace zrna. Po ověření separační schopnosti zařízení byly sledovány otázky souvisící zvláště se zvětšením průchodnosti vibračního síta.

POPIS MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ PRO VLASTNÍ ZKOUŠKY VIBRAČNÍ SEPARACE

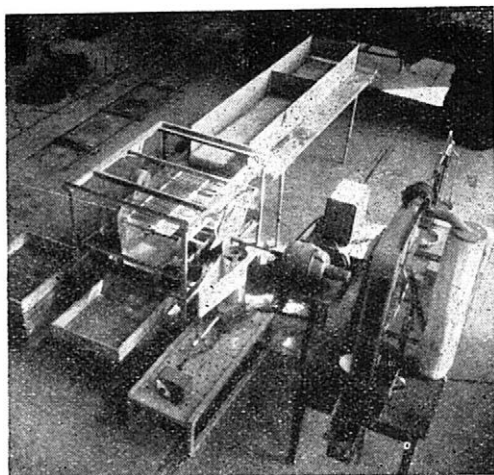
Nejdůležitější částí zařízení bylo laboratorní vibrační síto univerzální konstrukce s možností změny některých parametrů (základní konstrukce K. Koskuby a V. Skřivánka). Rám s vyměnitelným sítem, který je po obou stranách opatřen budiči kmitů, je čtyřmi pružinami volně zavěšen na centrálním nosném rámu zařízení tak, že je u celého síta možno měnit sklon v podélném směru. Zároveň je možno otáčet budiči kmitů a tím měnit sklon reakce působící na dopravovaný materiál. Zařízení je poháněno stejnosměrným motorem GA 66 pomocí ohebného hřídele s možností změny otáček elektrickým regulátorem ERO 330 j. V celé délce pod separačním sítem je systémem krabic uspořádáno zachycování zrna a nečistot. Je použito lamelového síta s možností různého pootevření lamel a tím i zvětšení propadových otvorů.

Materiál byl přisunován ručně poháněným dopravníkem a po průchodu sítem přepadával do lisek.

Pro propad zrna a nečistot byla v laboratorní lince instalována vzduchová čistička Elite (obr. 1).

METODIKA PRÁCE

Vzhledem k časové náročnosti zkoušek bylo použito jednoho druhu materiálu, a to pořezané pšenice. Pro zachování stále stejných podmínek bylo pro komplexní zkoušky použito skladovaného vyrovnaného materiálu o průměrné



1. Měřicí zařízení pro zkoušky vibrační separace pořezaného obilí

Technická data:

Vibrační síto:

délka síta 1000 mm

šířka síta 550 mm

Plnicí dopravník:

celková délka 2900 mm

šířka dopravního pásu 550 mm

Elektrický regulátor otáček ERO 330 j:

výkon max. 3 kW při 3000 ot./min

rozsah otáček 100—3000 ot./min

síť 220/380 V

Elektromotor stejnosměrný GA 66

vlhkosti asi 10 % a pro porovnání byly pak zkoušky již v malém rozsahu opakovány pro vlhkost odpovídající polním podmínkám, tj. až do 20 %.

Poměr zrna ke slámě a nečistotám byl zvolen 1 : 3 a výška vrstvy směsi 150 mm. Pro případy s materiálem o vyšší vlhkosti nebyl dodržen poměr zrna a slámy 1:3, neboť odebrané vzorky měly 650 g zrna na celkovou hmotnost 3300 g. Udávaný poměr zrna a slámy byl zvolen na základě informativních měření množství uvolněného rozptýleného zrna ve slámě na složišti. Ostatní zrno se totiž manipulací s materiálem před složištěm a vyklopením na složiště dostane do nejspodnějších částí a po přepadu ze složiště (např. na předseparační vibrační síto) nejsou se separací žádné potíže, neboť je přímo ve styku s povrchem síta.

PŘÍPRAVA MATERIÁLU PRO ZKOUŠKY A PRŮBĚH MĚŘENÍ

Pšenice pořezaná řezačkou SŘUZ 42 s nejčastěji se vyskytující délkou řezanky ca 8 cm byla odebrána při třířázové sklizni na účelovém hospodářství VÚZT a z jednotlivých vzorků dále stanoven průměrný obsah plev a řezanky. V těchto poměrech byly pak připravovány jednotlivé dávky určené ke zpracování na vibračním síti. Materiál byl rovnoměrně promíchán a 150 mm vysoká vrstva připravena na pásový dopravník, parametry vibračního síta byly nastaveny pro připravený pokus a po spuštění byl materiál přisunován dopravníkem na síto. Propad síta, tj. zrno a nečistoty (zlomky slámy a plevy), byl zachycován do krabic uspořádaných pod sítem a zbytek směsi (přepad síta) přepadl do lisek za sítem. Při každém pokusu byly měřeny tyto veličiny: rychlost pohybu materiálu po síti (sledováním značky umístěné ve vrchní vrstvě), množství a rozložení zrna v propadu síta v podélném směru po 10 cm, množství a rozložení příměsi (nečistot) v propadu síta rovněž po 10 cm délky síta a zbytek zrna zůstávajícího v přepadu síta.

Různé materiály z propadu a přepadu síta byly tříděny na laboratorní vzduchové čističe Elite a jednotlivé složky váženy.

STANOVENÍ REŽIMU PRÁCE VIBRAČNÍHO SÍTA PRO KOMPLEXNÍ MĚŘENÍ

Vyjdeme z pohybu materiálu po síti. Z náhradního schématu vibračního síta pro vodorovnou dopravu (obr. 2) vyplývá pohybová rovnice

$$m a_r = m A \omega^2 \cos \alpha \sin \psi \pm f m [g - A \omega^2 \sin \alpha \sin \psi]$$

kde znaménka označují pohyb ve směru dopravy a proti směru dopravy. Odtud relativní zrychlení po úpravě, kde

$$A \omega^2 \cos \alpha \sin \psi = B(\psi)$$

$$f [g - A \omega^2 \sin \alpha \sin \psi] = C(\psi)$$

$$a_r = B(\psi) \pm C(\psi)$$

Obecně se tedy materiál pohybuje po síti v obou směrech a pohyb je závislý na velikosti hodnot B a C , tedy na parametrech pohybujícího se síta, tj. ω , A , α .

Materiál se na síti pohybuje buď bez odskoků, nebo s odskoky. Pro pohyb bez odskoků platí

$$N = mg - m A \omega^2 \sin \alpha \sin \psi \geq 0$$

Zavede-li se bezrozměrná veličina poměru zemského zrychlení a složka maximálního zrychlení síta kolmá na síto, bude

$$k_\beta = \frac{g}{A \omega^2 \sin \alpha}$$

Aby nedocházelo k odskokům, musí být $k_\beta \geq 1$.

Teoreticky lze předpokládat, že při této hodnotě bude propad sítem nejintenzivnější, neboť materiál bude neustále ve styku se sítem. Naopak však lze při této hodnotě předpokládat menší rychlost pohybu materiálu po síti a tím i menší průchodnost celého zařízení. Bylo proto rozhodnuto volit režim práce tak, abychom zahrnuli oblast pro $k_\beta \geq 1$.

Pro výpočet k_β je třeba znát amplitudu pohybu síta pro různé otáčky budičů kmitů a různý sklon budící síly. Amplituda byla měřena dvěma způsoby.

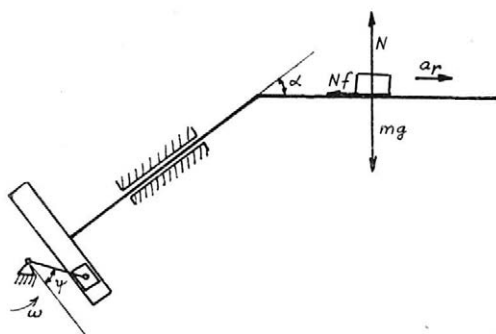
a) záznamem kmitavého pohybu na pás kymografu a odměřením,

b) vizuálním kontrolním čtením na speciálním měřidle, připevněném k vibračnímu sítu.

Vypočtené hodnoty k_β pro zvolené otáčky budičů kmitů, naměřené amplitudy A a sklony budící síly jsou uvedeny v tabulce I. Vidíme, že zvolené parametry zahrnují obě oblasti práce vibračního síta: oblast bez odskoků i s odskoky materiálu.

VLASTNÍ MĚŘENÍ SEPARACE A VÝSLEDKY POKUSŮ

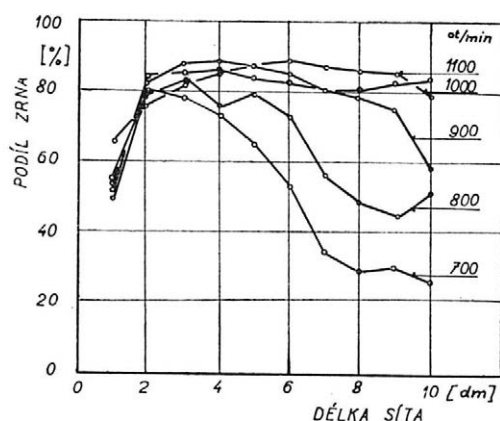
Měření uskutečněná podle výše uvedených parametrů byla dále ještě rozdělena podle otevření lamelového síta. Bylo použito dvou velikostí otevření, a to pro průběžnou mezeru mezi lamelami 3 mm a 5 mm [1].



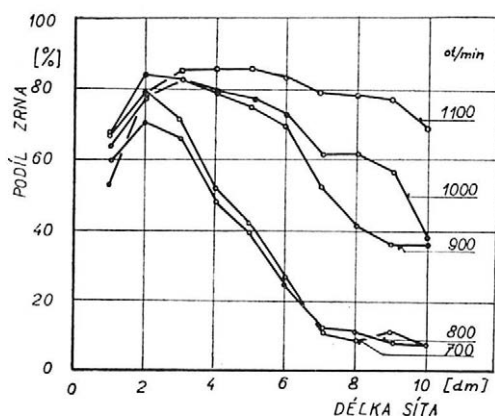
2. Náhradní schéma vibračního síta

Otáčky (1/min)	700			800		
w	73,5			83,9		
a	25°	35°	45°	25°	35°	45°
k_{β}	1,91	1,32	1,07	1,48	1,09	0,856
$2A$ (mm)	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,6

Ze zhodnocení průběhu separace a rozboru propadu síta vyplynulo, že větší otevření síta zlepšilo intenzitu separace zrna s nevelkým zvýšením obsahu nečistot. Celkový účinek byl asi takový, že otevření síta z 3 na 5 mm má přibližně podobný účinek jako snížení otáček budičů o 100 ot./min při konstantním otevření síta.



3. Průběh separace zrna na sítě v procentech s růstem otáček budičů kmitů
Sklon budící síly 25°, $W = 10$ %, otevření 3 mm.
100 % – součet hmotnosti propadu zrna + nečistot



4. Průběh separace zrna na sítě v procentech s růstem otáček budičů kmitů
Sklon budící síly 25°, $W = 10$ %, otevření 5 mm.
100 % – součet hmotnosti propadu zrna + nečistot

Na obrázcích 3 a 4 jsou znázorněny průběhy separace materiálu s ustálenou nižší vlhkostí v procentu v závislosti na délce síta. Za 100 % je zde vzat součet hmotnosti zrna a nečistot v jednotlivých krabicích pod sítím. Křivky procenta nečistot jsou pak zrcadlovým obrazem křivek na obrázcích 3 a 4. Je patrné, že nejintenzivnější separace probíhá při nižších otáčkách budičů – 700 až 900 ot./min. Se zvyšujícími se otáčkami se maximum propadu přesouvá z počátku síta dále ve směru postupu materiálu a separace se vyrovnává po celé délce síta. Tato tendence je také dobře patrná z obrázku 6.

režimu otáček, amplitudu pohybu separátoru A (mm) a $\alpha = 25^\circ, 35^\circ, 45^\circ$

900			1000			1100		
94,3			104,8			115,0		
25°	35°	45°	25°	35°	45°	25°	35°	45°
1,28	0,862	0,825	1,06	0,80	0,665	0,925	0,682	0,552
4,6	4,6	4,6	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8

Pro vyšší vlhkost $W = 20\%$ je průběh separace znázorněn na obrázcích 5 a 6. Je při všech otáčkách vcelku vyrovnanější, závislost na otáčkách budičů kmitů zde není tak výrazná.

Celkové průměrné hmotnosti materiálů procházejících sítím jsou pro různé vlhkosti materiálu uvedeny v tabulce II a III. Jsou zde pouze hodnoty pro otevření síta 5 mm, neboť při tomto nastavení stačí k propadu zrna při stejné průchodnosti kratší síto.

Porovnání je graficky znázorněno na obrázku 7. Pokles množství zrna v propadu s růstem otáček budičů kmitů neprobíhá tak intenzívně, jako pokles v propadu obsažených nečistot. Nejvýrazněji je to patrné u materiálu s vyšší vlhkostí. Tato tendence je vzhledem k dalším úvahám velmi výhodná.

Při hodnocení procesu separace jako celku je třeba brát v úvahu v podstatě tři veličiny:

- vlastní intenzitu separace,
- obsah nečistot v propadu,
- průchodnost celého zařízení.

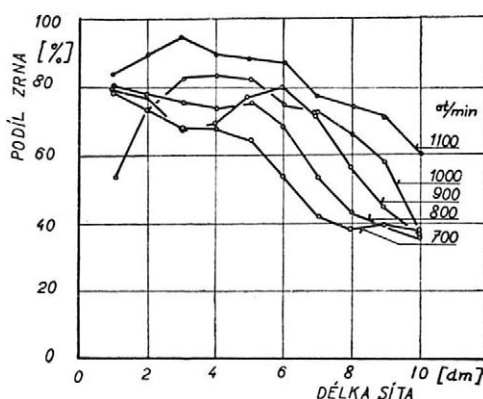
Z hlediska a) by bylo vhodné volit nižší otáčky budičů a krátké síto; z hlediska b) menší otevření síta, delší síto a vyšší otáčky budičů; z hlediska c) především velkou rychlost pohybu materiálu.

K shrnutí požadavků do konkrétního závěru bylo třeba uskutečnit rozbor rychlosti materiálu na sítě; aby bylo možno z výsledků měření stanovit potřebné závislosti s ohledem na potvrzení některých úvah, vyplývajících z měření vlastní separace, bylo použito teorie bezdimenzionálních parametrů.

Pro vodorovný pohyb materiálu po sítě můžeme vzájemnou závislost mezi dopravní rychlostí a zúčastněnými veličinami napsat ve tvaru

$$\Phi(v, A, \omega, \alpha, g) = 0$$

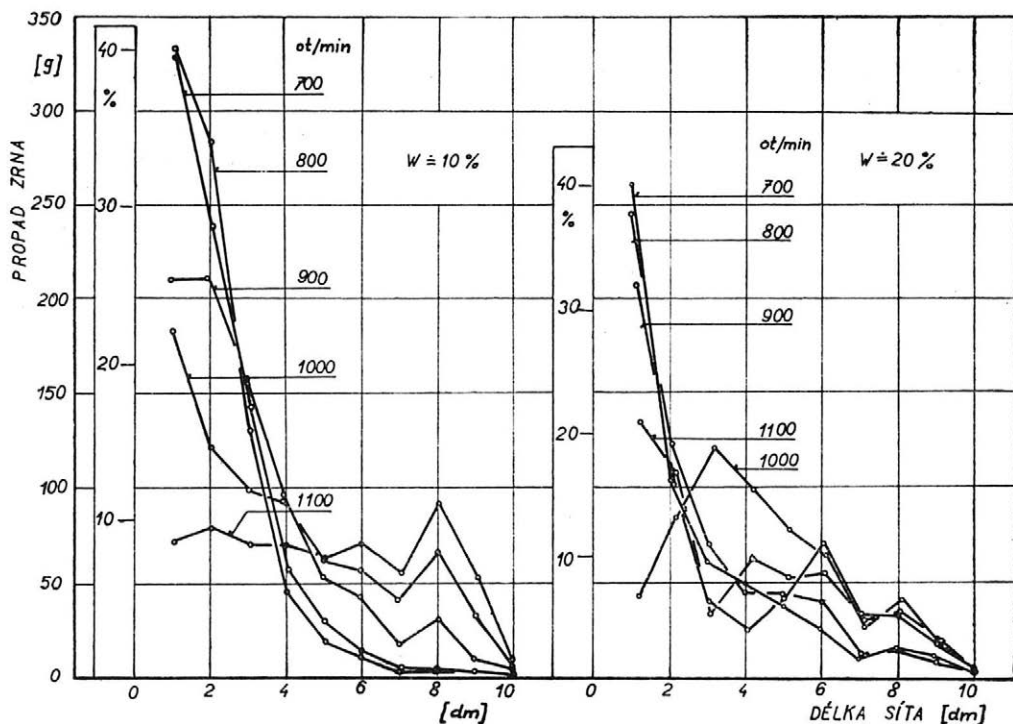
kde g = zrychlení zemské tíže



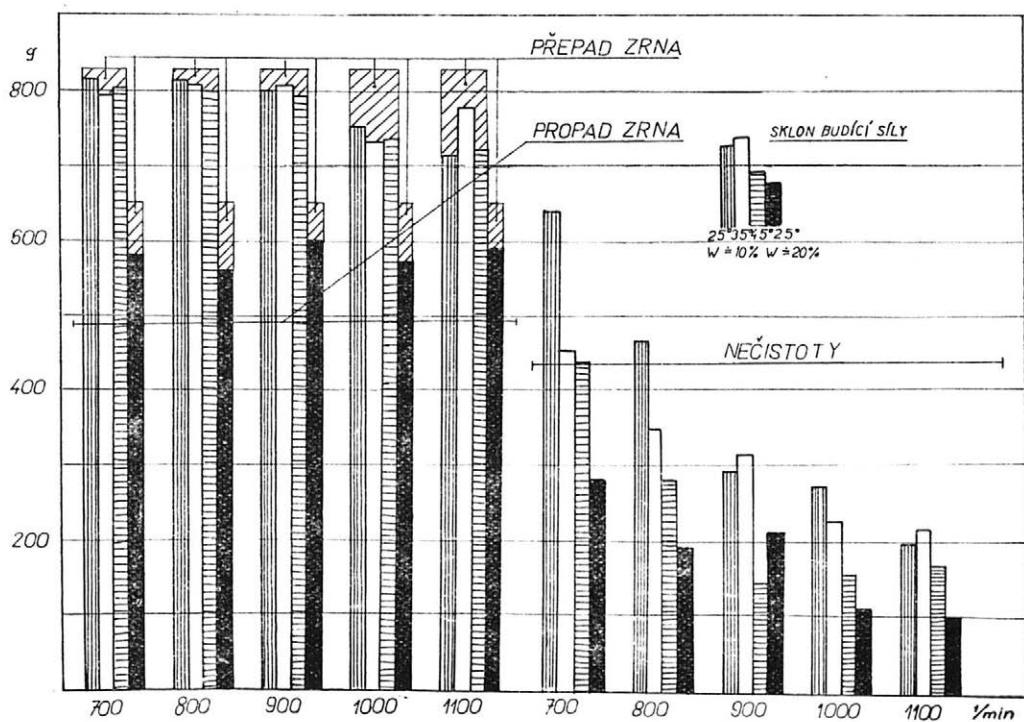
5. Průběh separace zrna na sítě v procentech s růstem otáček budičů kmitů
Sklon budičů síly 25° , $W = 20\%$, otevření 5 mm.
100 % – součet hmotnosti propadu zrna + nečistot

II. Celkové průměrné hmotnosti materiálů procházejících sítím při měřeních pro $W \pm 10 \%$

Otáčky budičů (1/min)	Otevření síta (mm)	Sklon budičí síly	Propad síta		Přepad síta	
			zrno	nečistoty	zrno	nečistoty + pořezaná sláma
			(g)	(g)	(g)	(g)
			(%)	(%)	(%)	(%)
700	5	25°	823,4	653,2	6,6	1846,8
			99,2	26,1	0,8	73,9
		35°	800,3	465,8	29,7	2034,2
			96,4	18,6	3,6	81,4
		45°	813,6	453,4	16,4	2063,0
			98,0	18,0	2,0	82,0
800	5	25°	824,7	476,1	5,3	2023,9
			99,4	19,0	0,6	81,0
		35°	818,3	357,6	11,7	2142,4
			98,6	14,3	1,4	85,7
		45°	807,1	288,8	22,9	2234,1
			97,2	11,6	2,8	89,4
900	5	25°	806,4	298,4	23,6	2201,6
			97,2	12,0	2,8	88,0
		35°	806,8	326,0	23,2	2174,0
			97,2	13,0	2,8	87,0
		45°	804,5	149,8	25,5	2350,2
			96,9	6,0	3,1	94,0
1000	5	25°	763,9	287,5	66,1	2212,5
			92,0	12,0	8,0	88,0
		35°	745,5	234,6	84,5	2265,4
			89,8	9,4	10,2	90,6
		45°	749,5	185,2	80,5	2314,8
			90,3	7,4	9,7	92,6
1100	5	25°	724,1	203,5	105,9	2296,5
			87,2	8,1	12,8	91,9
		35°	785,5	224,9	44,5	2275,1
			94,6	9,0	5,4	91,0
		45°	732,5	174,8	97,5	2325,2
			88,3	7,0	11,7	93,0



6. Hmotnostu propadu zrna s růstem otáček budičů kmitů v závislosti na délce síta Sklon budičí síly 25° , otevření 5 mm. Za 100 % je vzata hodnota celkové hmotnosti zrna v materiálu při jednotlivých zkouškách. Propad v krabici 7 (odpovídá 7 dm) je ovlivněn konstrukčním uspořádáním hřídele budičů kmitů, který usměrňoval část zrna do krabice 8



7. Celkové průměrné hmotnosti procházející sítím, otevření 5 mm

III. Celkové průměrné hmotnosti materiálů procházejících sítím při měřeních pro $W \approx 20 \%$

Otáčky budičů (1/min)	Otevření síta (mm)	Sklon budičí síly	Propad síta		Přepad síta	
			zrno	nečistoty	zrno	nečistoty + + pořezaná sláma
			(g)	(g)	(g)	(g)
			(%)	(%)	(%)	(%)
700	5	25°	584,9	270,0	66,1	2409,0
			89,8	10,1	10,2	89,9
800		25°	568,0	194,7	83,0	2484,3
			87,3	7,3	12,7	92,7
900		25°	608,0	219,5	43,0	2459,5
			83,4	8,2	6,6	91,8
1000		25°	582,4	113,4	68,6	2565,6
			89,5	4,2	10,5	95,8
1100		25°	597,2	98,8	53,8	2580,2
			91,7	3,7	8,3	96,3

Bezrozměrné argumenty pak budou

$$\pi = v^{x_1} A^{x_2} \omega^{x_3} \alpha^{x_4} g^{x_5}$$

Rovnice musí být dimenzionálně homogenní. Neznámé exponenty vypočteme z této podmínky

$$[LT^{-1}]^{x_1} [L]^{x_2} [T^{-1}]^{x_3} [1]^{x_4} [LT^{-2}]^{x_5} = 1$$

odkud

$$[L]^{x_1 + x_2 + x_5} [T]^{-x_1 - x_3 - 2x_5} [1]^{x_4} = 1$$

Aby pravá strana byla identicky rovna 1, musí být

$$x_1 + x_2 + x_5 = 0$$

$$x_1 + x_3 + 2x_5 = 0$$

$$x_4 = \text{libovolné.}$$

Vhodnou volbou neznámých x_1 až x_5 stanovíme bezrozměrné argumenty, jejichž počet odpovídá počtu veličin, vstupujících do problému, zmenšenému o hodnot rozměrové matice. Bezrozměrné argumenty tedy budou tři a mají tvar:

$$\pi_1 = \frac{v}{A \omega} \quad \pi_2 = \alpha \quad \pi_3 = \frac{A \omega^2}{g}$$

Funkci můžeme psát ve tvaru

$$\Phi \left(\frac{v}{A \omega}, \alpha, \frac{A \omega^2}{g} \right) = 0$$

Uurčíme pokusně závislost π_1 , π_3 a pro kterékoliv π_1 pak je rychlost $v = A \omega \pi_1$.

Pro vrstvu pořezaného obilí pohybující se na vibračním síti jsou křivky závislosti π_1 , π_3 zachyceny na obrázku 8. Je patrné, že maximální rychlost bude při sklonu budící síly 25° a nejmenší při sklonu 45° . Maximální průchodnost tedy bude při otáčkách budičů kmitů 1100 ot./min a sklonu budící síly 25° , což odpovídá rychlosti 0,13 m/s. Pro sypnou hmotnost pořezaného obilí 55 kg/m^3 [4] vychází při vrstvě 15 cm průchodnost asi 0,6 kg/s, což požadavkům nevyhovuje.

Zhodnotíme-li z tohoto hlediska celý proces separace, vidíme, že intenzitu separace musíme podřídit požadavku zvětšení průchodnosti, kterou je možno zvětšit třemi způsoby:

- zvýšením vrstvy materiálu,
- rozšířením síta,
- zvýšením rychlosti pohybu materiálu.

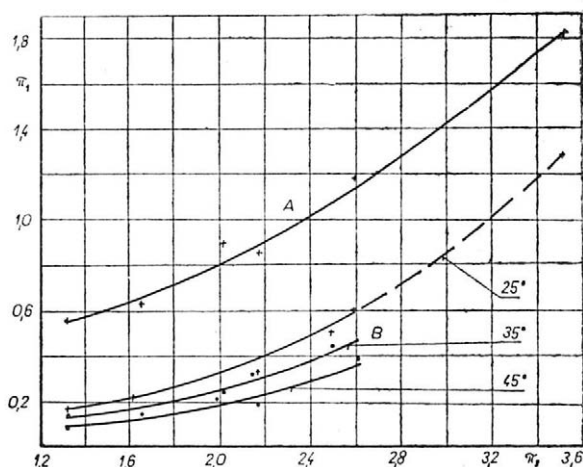
Zvýšení vrstvy materiálu na 20 cm bylo informativně prověřeno při sledování trajektorií zrn ve vrstvě pořezaného obilí [1].

Rozšíření síta je dáno možnostmi konstrukční úpravy.

Zvýšení rychlosti je možné do určení kritické hodnoty omezené otáčkami budičů kmitů, při kterých ještě dochází k průchodu zrn vrstvou pořezaného obilí. Podle dřívějšího zjištění [1] je tato hodnota asi 1300 ot./min při sklonu budící síly 25° .

Pro tyto podmínky je možno stanovit rychlost na základě závislosti π_1 , π_3 z obrázku 8. Podobně jako probíhá křivka závislosti pro pohyb jednotlivých částic po síti, stanovená i pro otáčky budičů kmitů 1300 ot./min, bude zřejmě probíhat i závislost pro pohyb vrstvy, pouze s určitým posunutím směrem k nižší rychlosti. Křivkám vyhovuje parabolická závislost typu

$$\pi_1 = a \pi_3^2 + b \pi_3 + c$$



8. Závislost bezdimenzionálních argumentů π_1 , π_3 pro pohyb jednotlivé částice (A) a vrstvy pořezaného obilí na vibračním síti (B)

Pro $\alpha = 25^\circ$ byly stanoveny početné empirické koeficienty $a = 0,18$, $b = -0,35$, $c = 0,3$ z naměřených hodnot a stanovena hodnota π_1 pro $\pi_3 = 3,5$. Další hodnoty pro výpočet průchodnosti H při $\alpha = 25^\circ$, otáčkách budičů kmitů 1300 ot./min a uvažované výšce vrstvy 20 cm jsou v tabulce IV. Průchodnost,

IV. Hodnoty pro výpočet průchodnosti při $n = 1300$ ot./min

Sklon budící síly α	π_3	π_1	$A = \frac{\pi_3 g}{\omega^2}$ (cm)	$v = Aw \pi_1$ (cm/s)	H (kg/s)
25°	3,5	1,280	0,186	32,38	1,97

kteří je tedy možno dosáhnout za výše uvedených podmínek, je přibližně 2 kg/s. Další zvětšení při použití podobného vibračního zařízení pro separaci je možné úpravou šířky síta.

Z Á V Ě R

Vibrační lamelové síto je pro separaci zrna z pořezané pšenice vhodné, zvláště při otevření lamel na 5 mm. Při nižších otáčkách 700–900 ot./min budičů kmitů probíhá separace zrna velmi intenzívně na velmi malé délce síta; při zvyšujících se otáčkách se intenzita snižuje a propad se vyrovnává po celé délce síta. Snižování intenzity propadu zrna se snižováním otáček budičů neprobíhá tak rychle jako snižování množství propadu nečistot. Tato tendence je patrna zvláště u materiálů s vyšší vlhkostí. Uvedená skutečnost je výhodná zvláště proto, že při nižších otáčkách budičů kmitů se nedosahuje dostatečné rychlosti materiálu a tím i průchodnosti. Z hlediska zvýšení výkonnosti při separaci zrna z pořezaného obilí je tedy možno doporučit sklon budící síly 25° , otáčky budičů kmitů asi 1300 ot./min, při amplitudě přibližně 2 mm a $k_\beta = 0,7$.

Použitá označení

m	— označení hmotnosti
a_r	— relativní zrychlení
A	— amplituda pohybu (mm)
ω	— úhlová rychlost (1/s)
α	— sklon budící síly ($^\circ$)
ψ	— úhel natočení kliky ($^\circ$)
f	— koeficient tření
g	— zrychlení zemské tíže
B, C	— označení funkce
N	— normální síla (kp)
k_β	— bezrozměrná veličina charakterizující druh pohybu materiálu na síti
W	— vlhkost ($\%$)
Φ	— označení funkce
L	— obecné označení délky
T	— obecné označení času
v	— rychlost materiálu na síti (cm/s)
x_1 až x_5	— neznámé exponenty
π_1 až π_3	— bezdimenzionální argumenty
H	— průchodnost (kg/s)
a, b, c	— empirické koeficienty

Došlo dne 13. 1. 1965

Literatura

1. Fiala, J.: Registrace pohybu zrn ve vrstvě pořezaného obilí pomocí luminescence v ultrafialovém záření. Zemědělská technika, 1965, č. 12. — 2. Gončarevič, I. F. - Zemskov, V. D. - Koreškov, V. I.: Vibracionnyje grochoty i konvejery. Gosgortechizdat 1960. — 3. Kožešník, J.: Fyzikální podobnost a teorie modelů. SNTL 1955. — 4. Maléř, J.: Výzkum velkovýrobní technologie třířázkové sklízň obilovin a luskovin v komplexně mechanizovaných linkách. Z-562, VÚZT. — 5. Myslivec, V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. ČSAZV 1957. — 6. Růžička, I.: Dvousměrný vibrační dopravník. SVÚTT 60-03040. — 7. Tepřík, O. - Votípka, F.: Řešení pohybu materiálu u vibračního dopravníku pracujícího v oblasti nadhozu. Strojnický časopis, 1961, č. 6.

Отделение зерна от зерновой массы на вибрационном сите

В работе приводятся результаты испытаний отделения зерна пшеницы на вибрационном пластинчатом сите. Такое сито вполне пригодно для отделения зерна пшеницы, в особенности при открытии пластинок на 5 мм. При 700—900 оборотов/мин. возбудителей колебания зерно отделяется на очень небольшой длине сита; при ускоренных оборотах интенсивность понижается и провал происходит по всей длине сита. Понижение интенсивности провала зерна под влиянием замедления оборотов возбудителей не осуществляется так быстро, как уменьшение количества провалов отходов. Эта тенденция особенно заметна у более влажного материала. Преимущество такого явления заключается особенно в том, что при пониженных оборотах возбудителей колебаний материалу не придается достаточно большой скорости, а тем самым и пропуска. С точки зрения повышения производительности при сепарировании зерна можно рекомендовать наклон возбуждающей силы в 25° , около 1300 оборотов/мин. возбудителей колебаний, при амплитуде примерно 2 мм и $k\beta = 0,7$.

Separation of Grains from the Chopped Cereals on an Oscillating Screen

The paper gives the results of the experiments investigating the separation of the wheat grains on an oscillating plate screen. This screen proved to be suitable for the separation of grains from the chopped wheat, especially if the lamellas are set to 5 mm. With lower speeds of 700—900 rev./min. of the oscillation exciter the separation of grain is effected on a very small part of the length of the screen. With increasing speeds, the intensity will decrease and the screening out will get distributed regularly on the whole length of the screen. The decrease in the intensity of the screening out of the grains with decreasing speeds of the oscillation exciter is not effected so quickly as the decreasing in the quantity of the wastes screened out. This trend is particularly evident with the materials of a higher moisture contents. This fact is advantageous especially with regard to the circumstance, that with lower speeds of the oscillation exciter no sufficient speed of the material and thus no satisfactory screening out can be achieved. Consequently, the incline of the exciting force should be 25° and the speed of the oscillation exciter some 1300 rev./min. with about 2 mm amplitude and $k\beta = 0,7$, if a higher efficiency in the separation of grains from the chopped cereals is to be obtained.

Trennung der Körner vom Häckselgetreide mit Hilfe eines schwingenden Lamellensiebes

Es werden Prüfergebnisse der Trennung der Weizenkörner auf einem schwingenden Lamellensieb angeführt. Das Sieb erwies sich für die Trennung der Körner vom gehäckselten Weizen als gut geeignet, und zwar besonders bei der Lamellenöffnung = 5 mm. Bei niedriger Umdrehungszahl 700—900 1/min des Schwingungserregers verläuft die Trennung der Körner während einer sehr kurzen Strecke; bei steigender Umdrehungszahl sinkt die Intensität und der Durchfall der Körner gleicht sich über der ganzen Länge des Siebes aus. Die Verminderung der Durchfall-

intensität der Körner bei der Drehzahlherabsetzung der Erreger verläuft nicht so schnell, wie die Senkung des Anfalles der durchfallenden Beimengungen. Diese Tendenz macht sich besonders bei Materialien mit höherem Wassergehalt merkbar. Die angeführte Tatsache ist besonders deshalb vorteilhaft, daß bei niedrigen Drehzahlen der Schwingungserreger eine genügende Geschwindigkeit des Materials und dadurch auch ein ausreichender Durchsatz nicht erreichbar sind. Vom Standpunkt der Leistungssteigerung bei der Körnertrennung von dem Häckselgetreide darf also eine Neigung der erregenden Kraft von 25° , Drehzahl der Schwingungserreger annähernd 1300 1/min bei einer Amplitude von ungefähr 2 mm und $k\beta \approx 0,7$ empfohlen werden.

Adresa autora:

Inž. Jiří Fiala, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Řepy u Prahy

■ Bez rychlých a účinných leteckých zásahů by v zemědělství a lesnictví často docházelo k značným hospodářským ztrátám. Škody na výnosech kulturních rostlin způsobované škůdci, chorobami a plevele se v celosvětovém měřítku odhadují na 10 až 15 % výnosu. Mnohým z těchto škod pomáhá zabránit zemědělský letoun. Jeho provoz je však poměrně nákladný; proto byla zkoumána ekonomika tohoto provozu a bylo publikováno více studijních prací vymezujících nejvhodnější obory činnosti zemědělského letounu [1, 2, 3]. Jednou z nich je i autorova studie „Pracovní rychlost zemědělského letounu při smyčkovém létání nad pozemkem“ [4, 5].

Způsob létání nad ošetřovaným pozemkem přirozeně značně záleží na místních podmínkách, na přírodních i umělých překážkách, na členitosti terénu, na velikosti, tvaru a poloze ošetřovaného pozemku, na vzájemné poloze současně ošetřovaných pozemků apod.; záleží přitom přirozeně i na typu použitého letadla. Způsob létání nad pozemkem volí pilot pravidelně tak, aby za daných okolností byla práce bezpečná a rychlá.

V uvedené autorově práci byl vyřešen především vztah mezi rychlostí pracovního letu a velikostí pozemku, kdy doba potřebná k ošetření pozemku by byla nejkratší, a to za předpokladu, že lety nad pozemkem budou konány nejčastěji používaným smyčkovým způsobem.

Předmětem předkládané práce je odvození obdobných vztahů pro případy, že lety nad pozemkem budou konány dalšími možnými způsoby, např. letem okružním nebo spirálovým; dále jsou zde vymezeny optimální způsoby létání v závislosti na výměře pozemků, popř. na rychlosti letu.

1. OKRUŽNÍ (OBLOUKOVÉ) PRACOVNÍ LETY NAD POZEMKEM

1.1 PRACOVNÍ LETY VE SMĚRU DELŠÍHO ROZMĚRU POZEMKU

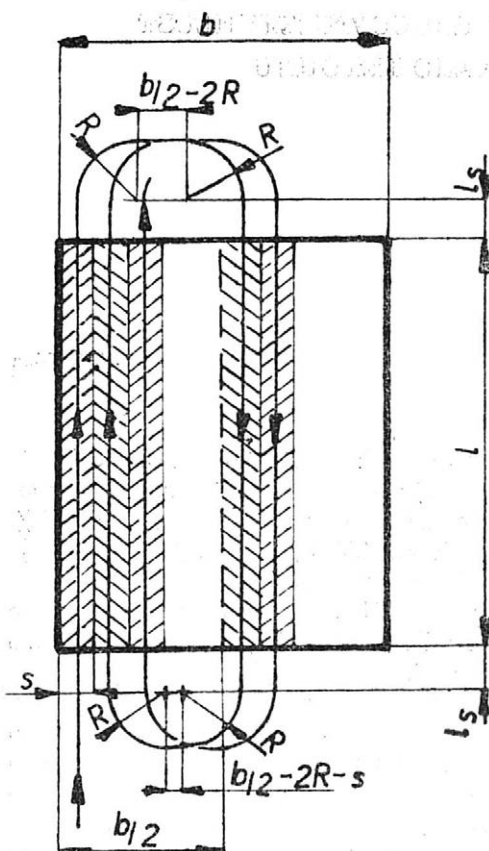
Předpokládejme, že ošetřovaný pozemek má délku l (m) a šířku b (m) a že lety nad pozemkem se konají ve směru jeho délky (obr. 1). Je-li šířka pracovního záběru letounu při jednom průletu s (m), je potřebný počet průletů nad polem

$$n = \frac{b}{s}$$

a dráha při nich prolétnutá je

$$\Sigma l = n \cdot l$$

Nejkratší dráha prolétnutá letounem mezi dvěma pracovními průlety, tj. při jednom zatáčivém letu vně okraje pozemku, je podle obrázku 1



1. Dráha při okružním létání

$$z_{t1} = \frac{b}{2} - 2R + \pi R + 2l_s = \frac{b}{2} + R(\pi - 2) + 2l_s \quad (1)$$

u jednoho konce pozemku, popř.

$$z_{t2} = \frac{b}{2} - 2R - s + \pi R + 2l_s = \frac{b}{2} + R(\pi - 2) - s + 2l_s \quad (2)$$

u druhého konce pozemku.

V obou rovnicích značí délka l_s dráhu ulétnutou mimo okraj pozemku při stoupání z výšky pracovního letu na výšku letu zatáčivého, nebo při klesání z výšky zatáčky na výšku pracovního letu. Tato délka se rovná nule, konají-li se pracovní lety ve stejné výšce jako lety zatáčivé.

Při n pracovních průletech vykoná letoun celkem $n-1$ zatáčivých letů a proletí při nich celkem

$$\Sigma z_t = \frac{n}{2} \cdot z_{t1} + \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot z_{t2} \quad (3)$$

Po dosazení rovnice (1) a (2) vyjde teoretická dráha všech zatáčivých letů

$$\Sigma z_t = (n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + R(\pi - 2) + 2l_s \right] - \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s \quad (4)$$

Ve skutečnosti bude dráha zatáčivých letů delší než vychází z rovnice (4), a to o dráhu prolétnutou při přechodech z letu přímého do zatáčivého a naopak. Bude tedy

$$z = k \cdot z_t$$

kde k = součinitel větší než jedna, který vyjadřuje rozdíl mezi skutečnou a teoretickou délkou zatáčivé dráhy.

Je-li rychlost přímého letu v_l , rychlost letu v zatáčce v_z , pak čas t potřebný ke všem letům nad pozemkem, včetně letů zatáčivých, je

$$t = \frac{n \cdot l}{v_l} + \frac{\Sigma z}{v_z} \quad (5)$$

a po dosazení do rovnice (4)

$$t = n \frac{l}{v_l} + k \frac{1}{v_z} \left\{ (n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + R(\pi - 2) + 2l_s \right] - \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s \right\} \quad (6)$$

Položíme-li přibližně $v_l = v_z$ a dosadíme-li za poloměr zatáčky [4, 5]

$$R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}$$

je potřebný letový čas

$$t = \frac{1}{v} \left\{ (n \cdot l + k(n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot (\pi - 2) + 2l_s \right] - \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s \right\} \quad (7)$$

Letovou rychlost, při které je trvání pracovního letu nejkratší, určíme, položíme-li první derivaci rovnice (7) podle rychlosti rovnu nule:

$$\begin{aligned} \frac{dt}{dv} = & -\frac{1}{v^2} \cdot \left\{ n l + k(n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot (\pi - 2) + 2l_s \right] - \right. \\ & \left. - \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s \right\} + \frac{1}{v} \cdot k(n-1) \cdot \frac{2v}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot (\pi - 2) = 0 \\ & - n l - k(n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot (\pi - 2) + 2l_s \right] + \\ & + \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s + k(n-1) \cdot \frac{2v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} \cdot (\pi - 2) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

takže

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left(\frac{l}{k} \cdot \frac{n}{n-1} + \frac{b}{2} + 2l_s - \frac{s}{k} \cdot \frac{\frac{n}{2} - 1}{n-1} \right)} \quad (9)$$

Poslední člen v závorce pod odmocninou je ve většině případů zanedbatelný vzhledem k velikosti prvního členu v závorce [5]. Budeme-li dále předpokládat, že vlastní pracovní lety se konají ve stejné výšce jako zatáčky, bude též $2l_s = 0$. Za tohoto zjednodušení dostaneme pro rychlost rovnici

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left(\frac{l}{k} \cdot \frac{n}{n-1} + \frac{b}{2} \right)} \quad (10)$$

Rovnice (9) a (10) udávají vztah mezi optimální pracovní rychlostí a délkou pozemku. V rovnicích můžeme velikost obdélníkového pozemku vyjádřit jeho výměrou A a stranovým poměrem b/l , dosadíme-li: [4, 5]

$$\begin{aligned} l \cdot \frac{n}{n-1} &= \frac{A}{\sqrt{A \cdot \frac{b}{l} - s}} \\ b &= \sqrt{A \cdot \frac{b}{l}} \end{aligned}$$

Optimální pracovní rychlost pro obdélníkový pozemek o výměře A a poměru stran b/l při záběru s a úhlu naklonění letounu v zatáčce γ pak bude

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left[\frac{A}{k \cdot \left(\sqrt{A \frac{b}{l} - s} \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l} - 2 l_s} \right]} \quad (11)$$

a za předpokladu, že $l_s = 0$ a při ideálním zatáčení, kdy $k = 1$, je

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left(\sqrt{A \frac{b}{l} - s} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right)} \quad (12)$$

U rozměrných pozemků, kdy n je podstatně větší než jedna, tj. když $\frac{n}{n-1} \doteq 1$, se rovnice (10) a (12) zjednoduší na

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left(l + \frac{b}{2} \right)} = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \cdot \left(\frac{1}{\frac{b}{l}} + \frac{1}{2} \right)} \quad (13)$$

Tatáž rovnice platí též pro případ jednoho průletu nad pozemkem a jedné zatáčky. Poloměr zatáčení vypočteme, dosadíme-li do rovnice

$$R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}$$

rovnici (9), popř. (11):

$$\begin{aligned} R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \gamma} &= \frac{1}{\pi - 2} \cdot \left(\frac{l}{k} \cdot \frac{n}{n-1} + \frac{b}{2} + 2 l_s - \frac{s}{k} \cdot \frac{\frac{n}{2} - 1}{n-1} \right) = \\ &= \frac{1}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \cdot \left(\sqrt{A \frac{b}{l} - s} \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right] \end{aligned} \quad (14)$$

Celkem prolétnutá dráha při práci nad pozemkem včetně zatáčivých letů je

$$L = n \cdot l + k \sum z_i$$

Dosadíme z rovnic (4) a (14)

$$\begin{aligned} L = n \cdot l + k(n-1) \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{l}{k} \cdot \frac{n}{n-1} + \frac{b}{2} + 2 l_s - \frac{s}{k} \cdot \frac{\frac{n}{2} - 1}{n-1} + 2 l_s \right) - \\ - k \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \cdot s \end{aligned}$$

Po úpravě

$$L = n \cdot l + k(n-1) \cdot \left[b + \frac{l \cdot n}{k \cdot (n-1)} + 4 l_s - \frac{(1+k) \cdot s}{k} \cdot \frac{\frac{n}{2} - 1}{n-1} \right] \quad (15)$$

Obdobně jako v rovnici (9) zanedbáme i v rovnici (15), vzhledem k velikosti ostatních členů v závorce, výraz

$$\frac{(1+k) \cdot s}{k} \cdot \frac{\frac{n}{2} - 1}{n-1}$$

Pak

$$L = n \cdot l + k(n-1) \left[b + 4l_s + \frac{nl}{k(n-1)} \right]$$

čili

$$L = 2nl + k(n-1)(b + 4l_s) \quad (16)$$

Dosadíme:

$$n = \frac{1}{s} \sqrt{A \frac{b}{l}} \quad l = \frac{A}{\sqrt{A \frac{b}{l}}} \quad n \cdot l = \frac{A}{s}$$

takže prolétnutá dráha

$$L = 2 \frac{A}{s} + k \left(\frac{1}{s} \sqrt{A \frac{b}{l}} - 1 \right) \left(\sqrt{A \frac{b}{l}} + 4l_s \right) \quad (17)$$

neboli

$$L = \frac{A}{s} \left(2 + k \frac{b}{l} \right) + \sqrt{A \frac{b}{l}} (4kl_s - 1) - 4kl_s \quad (18)$$

Pracovní letový čas nad pozemkem i se zatáčkami je z rovnic (18) a (11):

$$t = \frac{L}{v} = \frac{\frac{A}{s} \left(2 + k \frac{b}{l} \right) + \sqrt{A \frac{b}{l}} (4kl_s - 1) - 4kl_s}{\sqrt{\frac{g \cdot \tan \gamma}{\pi - 2}} \left[\frac{A}{k \left(\sqrt{A \frac{b}{l}} - s \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right]} \quad (19)$$

a měrný čas vztažený na 1 ha

$$t_1 = \frac{t}{A} = \frac{\frac{1}{s} \left(2 + k \frac{b}{l} \right) + \sqrt{\frac{1}{A} \frac{b}{l}} (4kl_s - 1) - \frac{4}{A} kl_s}{\sqrt{\frac{g \cdot \tan \gamma}{\pi - 2}} \left[k \left(\sqrt{A \frac{b}{l}} - s \right) + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right]} \quad (20)$$

Budeme-li předpokládat teoretické zatáčky, takže $k = 1,0$, a stejnou výšku pracovního i zatáčivého letu ($l_s = 0$), pak pracovní letový čas nad pozemkem včetně zatáček bude:

$$t = \frac{\frac{A}{s} \left(2 + \frac{b}{l}\right) - \sqrt{A \frac{b}{l}}}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{\sqrt{A \frac{b}{l}} - s} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right]}} \quad (21)$$

popřípadě

$$t_1 = \frac{t}{A} = \frac{\frac{1}{s} \left(2 + \frac{b}{l}\right) - \sqrt{\frac{1}{A} \frac{b}{l}}}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{\sqrt{A \frac{b}{l}} - s} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{b}{l}} \right]}} \quad (22)$$

1.2 PRACOVNÍ LETY VE SMĚRU KRATŠÍHO ROZMĚRU POZEMKU

Vyskytují-li se vně kratších stran pozemku přírodní nebo umělé překážky, je nutné prolétávání napříč, ve směru jeho kratšího rozměru. V tomto případě dostaneme optimální rychlost letu, velikost poloměru při zatáčení, prolétnutou dráhu a čas k tomu potřebný z rovnic (9) až (20), dosadíme-li do nich místo délky pozemku l jeho šířku b a naopak. Pak bude:

Optimální rychlost

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \left(\sqrt{A \frac{1}{b}} - s \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{b}} - 2 l_s \right]} \quad (23)$$

nebo pro celý let ve stejné výšce, kdy $l_s = 0$

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \left(\sqrt{A \frac{1}{b}} - s \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{b}} \right]} \quad (24)$$

nebo konečně za zjednodušujících předpokladů, kdy $n \gg 1$, tj. $\frac{n}{n-1} \doteq 1$ a $k \doteq 1$

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \sqrt{A \frac{1}{b} \left(\frac{b}{l} + \frac{1}{2} \right)}} = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left(b + \frac{l}{2} \right)} \quad (25)$$

Poloměr zatáčení

$$R = \frac{1}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \sqrt{A \frac{1}{b}}} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{b}} \right] = \frac{1}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k(l-s)} + \frac{l}{2} \right] \quad (26)$$

Celková délka letu nad pozemkem včetně zatáček

$$L = \frac{A}{s} \left(2 + k \frac{1}{\frac{b}{l}} \right) + \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} \cdot (4 k l_s - 1) - 4 k l_s \quad (27)$$

Za předpokladu ideálního zatáčivého letu konaného ve stejné výšce jako let pracovní ($k = 1, l_s = 0$) je celková dráha letu

$$L = \frac{A}{s} \left(2 + \frac{1}{\frac{b}{l}} \right) - \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} \quad (28)$$

Pracovní letový čas nad pozemkem včetně zatáček je

$$t = \frac{L}{v} = \frac{\frac{A}{s} \left(2 + k \frac{1}{\frac{b}{l}} \right) + \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} (4 k l_s - 1) - 4 k l_s}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \left(\sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} - s \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} - 2 l_s \right]}} \quad (29)$$

a měrný pracovní čas vztažený na výměru $A = 1$ ha

$$t_1 = \frac{t}{A} = \frac{\frac{1}{s} \left(2 + k \frac{1}{\frac{b}{l}} \right) + \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} (4 k l_s - 1) - \frac{4}{A} k l_s}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left[\frac{A}{k \left(\sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} - s \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} - 2 l_s \right]}} \quad (30)$$

Budeme-li opět uvažovat případ ideálního zatáčivého letu, konaného ve stejné výšce jako let pracovní ($k = 1, l_s = 0$), vyjdou časy:

$$t = \frac{\frac{A}{s} \left(2 + \frac{1}{\frac{b}{l}} \right) - \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}}}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left(\sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{\frac{b}{l}}} \right)}} \quad (31)$$

$$t_1 = \frac{t}{A} = \frac{\frac{1}{s} \left(2 + \frac{1}{b} \right) - \sqrt{\frac{1}{A} \frac{1}{b}}}{\sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \left(\sqrt{\frac{A}{A \frac{1}{b} - s}} + \frac{1}{2} \sqrt{A \frac{1}{b}} \right)}} \quad (32)$$

1.3 POROVNÁNÍ PODÉLNÉHO A PŘÍČNÉHO OKRUŽNÍHO PROLÉTÁVÁNÍ NAD POZEMKEM

Celkový čas spotřebovaný na práci nad pozemkem o výměře A , včetně zatáčivých letů při příčných okružních průletech, bude

$$t_{\text{příč}} = \frac{L_{\text{příč}}}{v_{\text{příč}}} = \frac{L_{\text{podél}} + \Delta L}{v_{\text{podél}} - \Delta v} \quad (33)$$

Při příčném okružním prolétávání trvá tedy ošetření pozemku déle než při podélném, protože celková dráha, která musí být prolétnuta, je delší a optimální letová rychlost je menší než u okružního prolétávání po délce pozemku.

Do rovnice (33) se dosadí za

$L_{\text{příč}}$ výraz z rovnice (27), popř. z rovnice (28),

$v_{\text{příč}}$ výraz z rovnice (23), popř. z rovnice (24),

$L_{\text{podél}}$ výraz z rovnice (18),

$v_{\text{podél}}$ výraz z rovnice (11), popř. z rovnice (12).

Přírůst celkové délky letu nad pozemkem pak bude:

$$\begin{aligned} \Delta L = L_{\text{příč}} - L_{\text{podél}} &= k \frac{A}{s} \left(\frac{1}{b} - \frac{b}{l} \right) + \\ &+ (4kl_s - 1) \left(\sqrt{A \frac{1}{b}} - \sqrt{A \frac{b}{l}} \right) \end{aligned} \quad (34)$$

po úpravě

$$\Delta L = (l - b) \left[\frac{k}{s} (l + b) - 4kl_s - 1 \right] \quad (34a)$$

Při ideálním zatáčivém letu pro $k = 1$, $l_s = 0$ pak je

$$\Delta L = (l - b) \left(\frac{l + b}{s} - 1 \right) \quad (35)$$

Rozdíl optimálních pracovních rychlostí pak je:

$$\Delta v = v_{\text{podél}} - v_{\text{přík}} = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left(\sqrt{\frac{A}{k \left(\sqrt{\frac{b}{A} - s} \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{b}{A} - 2 l_s}} - \sqrt{\frac{A}{k \left(\sqrt{\frac{1}{A \frac{b}{l}} - s} \right)} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{A \frac{b}{l}} - 2 l_s}} \right)} \quad (36)$$

a v ideálním případě, kdy $k = 1$ a $l_s = 0$

$$\Delta v = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\pi - 2} \cdot \left(\sqrt{\frac{A}{\sqrt{\frac{b}{A} - s}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{b}{A} - 2 l_s}} - \sqrt{\frac{A}{\sqrt{\frac{1}{A \frac{b}{l}} - s}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{A \frac{b}{l}} - 2 l_s}} \right)} \quad (37)$$

1.4 VÝSLEDKY A ZÁVĚRY U OKRUŽNÍHO LÉTÁNÍ

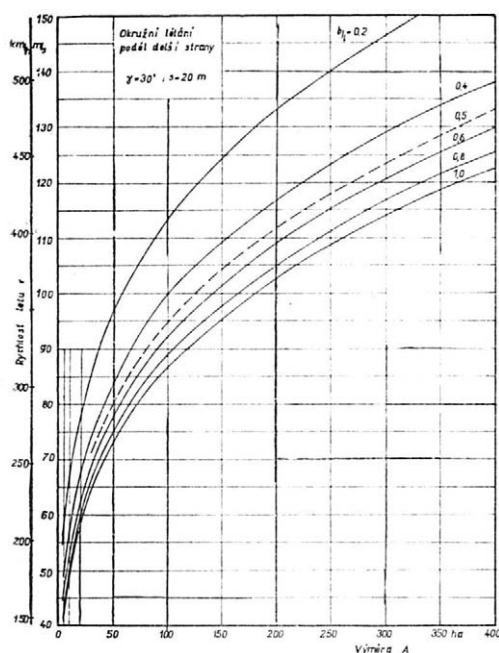
Ve výsledných rovnicích (11), (12) byla odvozena závislost mezi optimální pracovní rychlostí a výměrou obdélníkového pozemku při různém stranovém poměru; obdobně v rovnicích (20) a (22) byl stanoven výraz pro měrný pracovní čas v závislosti na těchto veličinách. Uvedené výsledné rovnice, odvozené pro okružní létání podél delší strany pozemku, byly číselně vyřešeny pro běžné pracovní podmínky a výsledky byly znázorněny graficky.

Výčíslení bylo vesměs provedeno za předpokladu ideálního zatáčivého letu ($k = 1,0$), konaného ve stejné výši jako vlastní pracovní průlet ($l_s = 0$), a pro stálou příčku záběru $s = 20$ m.

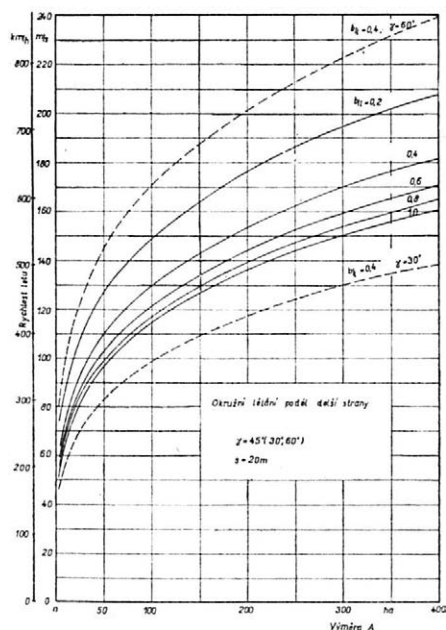
Závislost mezi rychlostí pracovního letu a rozměry pozemku vyjádřená rovnicí (12) je pro různé poměry stran od $b/l = 0,2$ do $b/l = 1,0$ na obrázku 2 graficky znázorněna pro úhel náklonu $\gamma = 30^\circ$ a na obrázku 3 pro úhel náklonu $\gamma = 45^\circ$. Na tomto obrázku je též pro poměr $b/l = 0,4$ vyznačena závislost mezi rychlostí a výměrou i pro náklon 30° a 60° , aby byl znázorněn vliv různého náklonu letounu v zatáčce.

Z obrázků 2 a 3 je vidět, že optimální pracovní rychlost roste s výměrou. Letouny určené pro ošetřování převážně velkých ploch by tedy měly létat rychleji než letouny mající pracovat většinou nad malými pozemky. Podle obrázku 3 optimální pracovní rychlost roste s velikostí naklonění letounu při zatáčivých letech; s rostoucí pracovní rychlostí klesá přirozeně potřebná pracovní doba. Charakter průběhů křivek na obrázcích 2 a 3 je obdobný jako na obrázcích představujících tutéž závislost pro smyčkový způsob létání [4]. Podstatný rozdíl je však ve velikosti optimální pracovní rychlosti, která je u okružního létání větší.

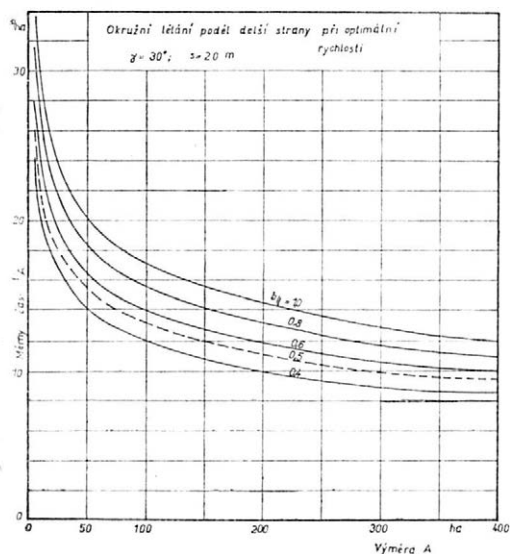
Měrná doba potřebná k ošetření 1 ha při letu optimální rychlostí a při náklonu $\gamma = 30^\circ$ je v závislosti na výměře pro poměr stran od $b/l = 0,4$ do $b/l = 1,0$ vynesena na obrázek 4. Obdobné průběhy pro různé rychlosti letu jsou pro $b/l = 0,5$ uvedeny na



2. Optimální rychlosti okružního letu v závislosti na výměře při různém poměru stran a $\gamma = 30^\circ$

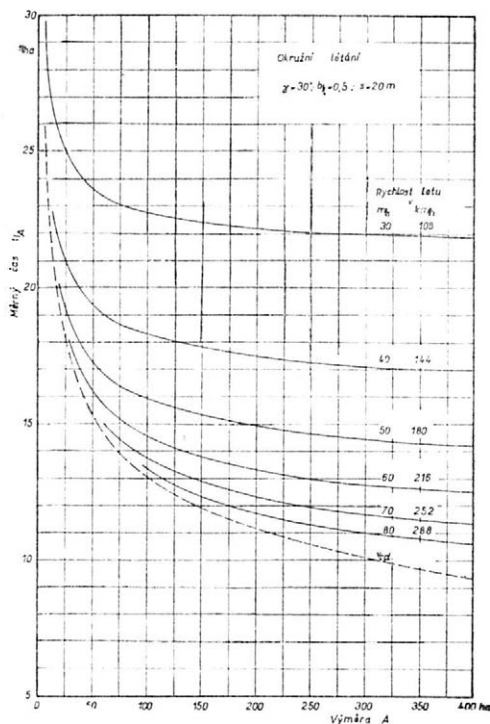


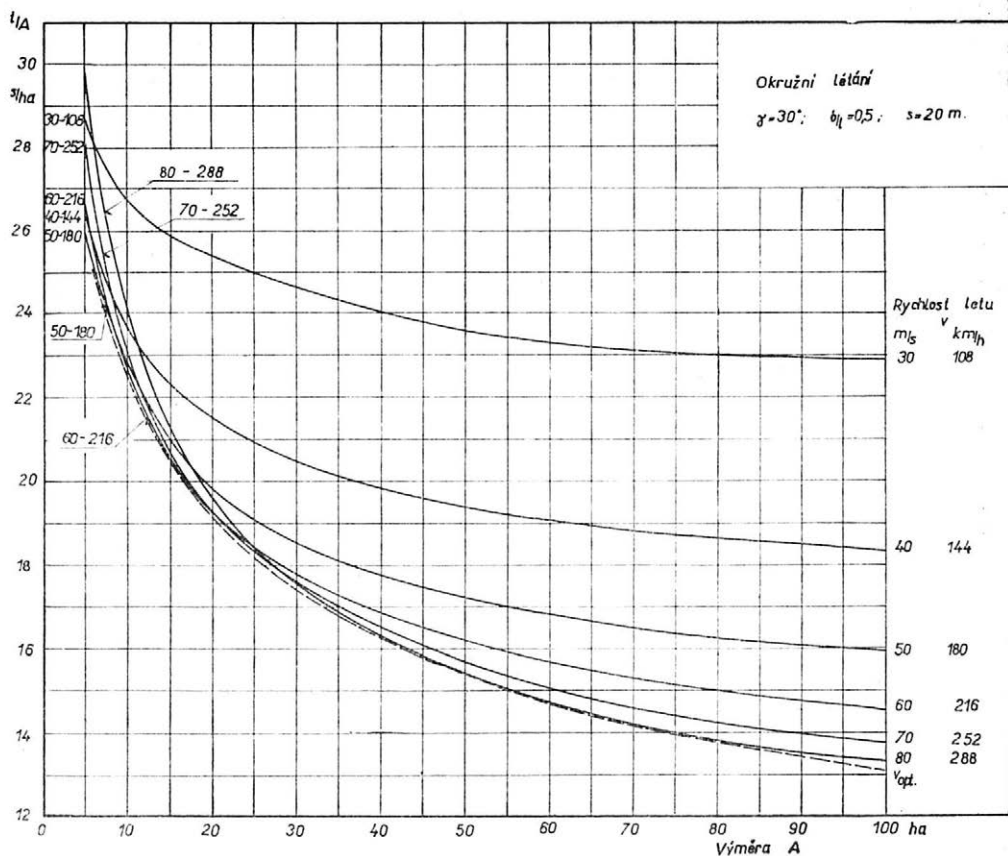
3. Optimální rychlost okružního letu v závislosti na výměře při různém poměru stran a $\gamma = 45^\circ, 60^\circ$



4. Měrná doba okružního letu v závislosti na výměře při optimální rychlosti, při různém b/l a $\gamma = 30^\circ$

5. Měrná doba okružního letu v závislosti na výměře a rychlosti letu při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 0,5$ do výměry 400 ha





6. Měrná doba okružního letu v závislosti na výměře a rychlosti letu při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 0,5$ do výměry 100 ha

obrázku 5 (do výměry 400 ha) a na obrázku 6 (do výměry 100 ha); dále pro $b/l = 1,0$ na obrázku 7 (do výměry 400 ha) a na obrázku 8 (do výměry 100 ha).

Z obrázků 4 až 8 je zřejmé, že měrné pracovní časy klesají s výměrou při všech uvažovaných rychlostech; pokles je zvláště výrazný u menších výměr. Nejmenší měrné doby se dosahuje při letech optimální rychlosti. Na obrázcích 5 až 8 tvoří průběh optimálních rychlostí obalovou čáru k průběhům jiných hodnot pracovních rychlostí.

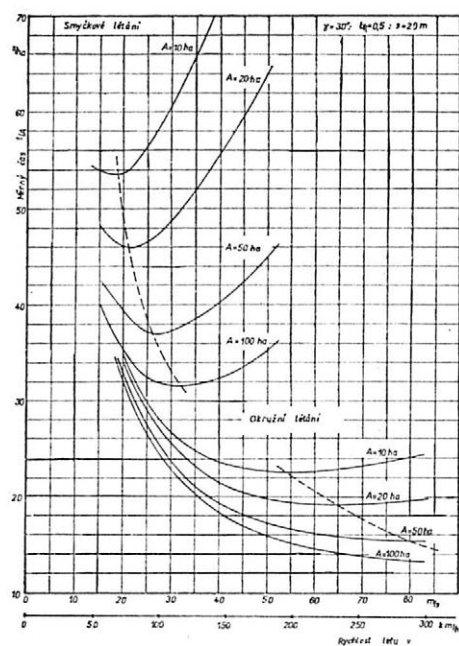
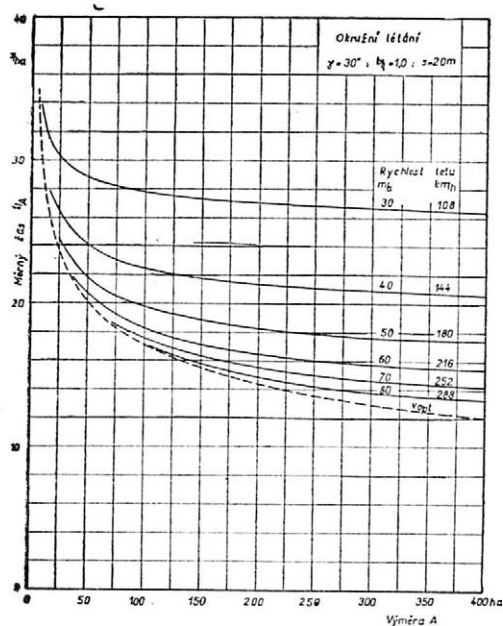
Na obrázcích 9 až 12 je vynesena závislost měrné pracovní doby na rychlosti letu pro různé výměry pozemků. V okolí minimálních hodnot, tj. při letech optimální rychlosti, vykazují závislosti poměrně plochý průběh. Měrné doby při letu optimální rychlosti vycházejí v uvažovaném rozsahu vždy podstatně menší než u smyčkového létání [4].

2. SPIRÁLOVÉ PROLÉTÁVÁNÍ NAD POZEMKEM

Předpokládejme sudý počet průletů ve směru většího rozměru l obdélníkového pozemku.

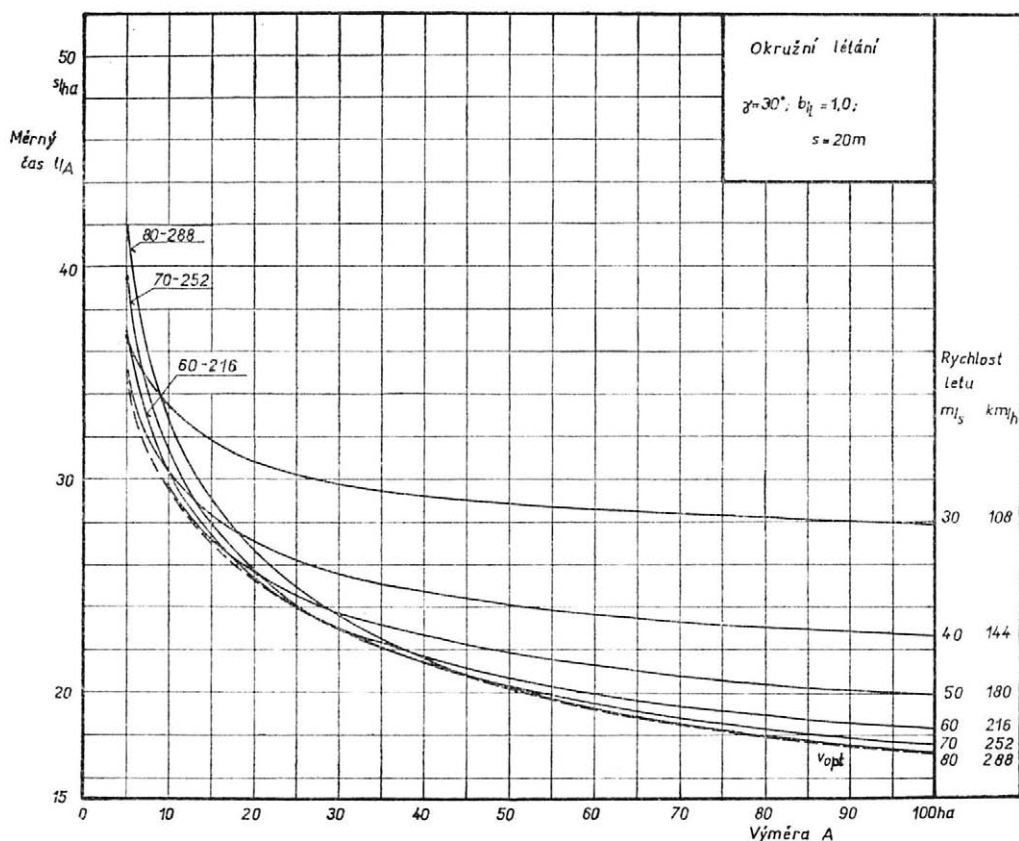
Součet všech teoretických zatáčivých drah vně okrajů pozemku podle obrázku 13 je

$$\Sigma z_t = (n - 1)(b - 2R + \pi R + 2l_s) - [s + 2s + 3s + \dots + (n - 1)s] \quad (38)$$

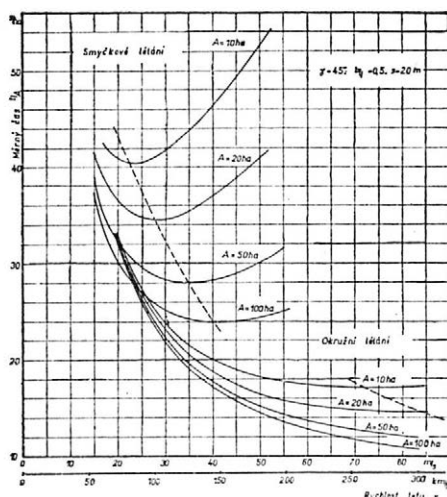
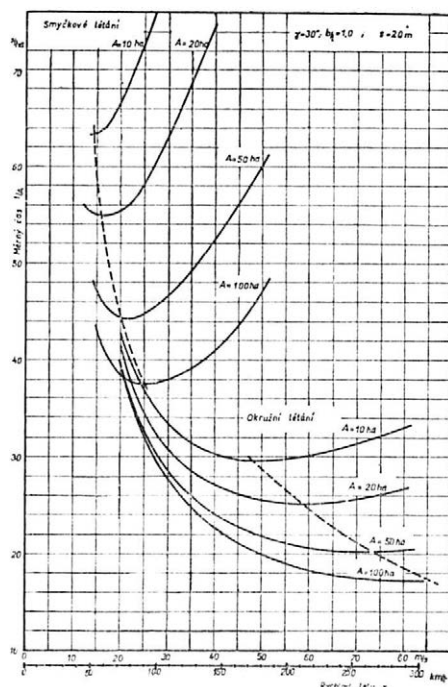


7. Měrná doba okružního letu v závislosti na výměře a rychlosti při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 1,0$ do výměry 400 ha

9. Měrná doba smyčkového i okružního letu v závislosti na rychlosti při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 0,5$



8. Měrná doba okružního letu v závislosti na výměře a rychlosti letu při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 1,0$ do výměry 100 ha



11. Měrná doba smyčkového i okružního letu v závislosti na rychlosti při $\gamma = 45^\circ$, $b/l = 0,5$

←

10. Měrná doba smyčkového i okružního letu v závislosti na rychlosti při $\gamma = 30^\circ$, $b/l = 1,0$

Člen v hranaté závorce je aritmetická řada, jejíž součet je

$$\frac{n-1}{2} [s + (n-1) \cdot s] = \frac{n-1}{2} n \cdot s = (n-1) \frac{b}{2}$$

protože $n \cdot s = b$; po dosazení do rovnice (38) vychází

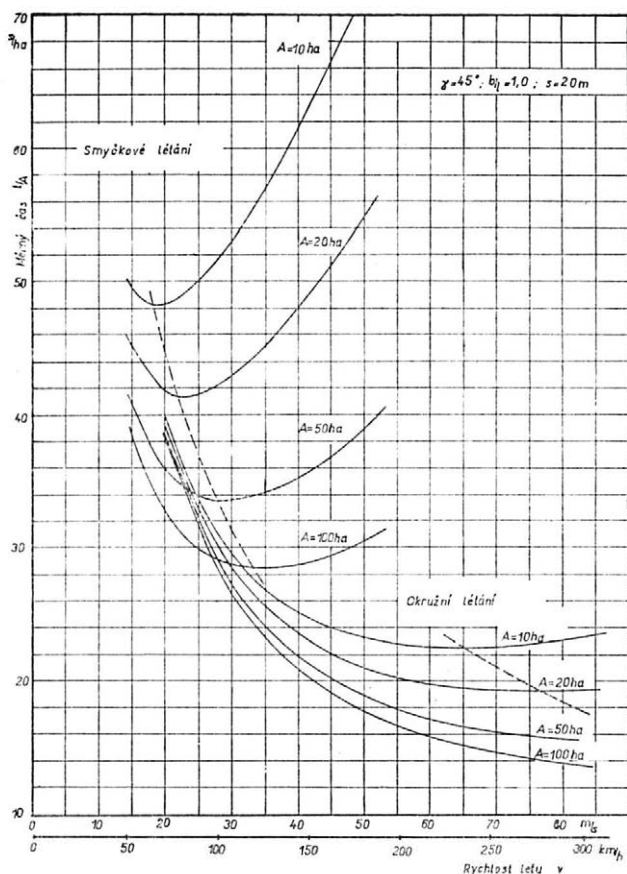
$$\begin{aligned} \Sigma z_t &= (n-1) \cdot \left[b + R(\pi-2) + 2l_s - \frac{b}{2} \right] = \\ &= (n-1) \cdot \left[\frac{b}{2} + R(\pi-2) + 2l_s \right] \end{aligned} \quad (39)$$

Srovnáme-li rovnici (39) s rovnicí (4), vidíme, že celková délka zatáčivých letů u spirálového prolétávání je o málo větší než u okružního.

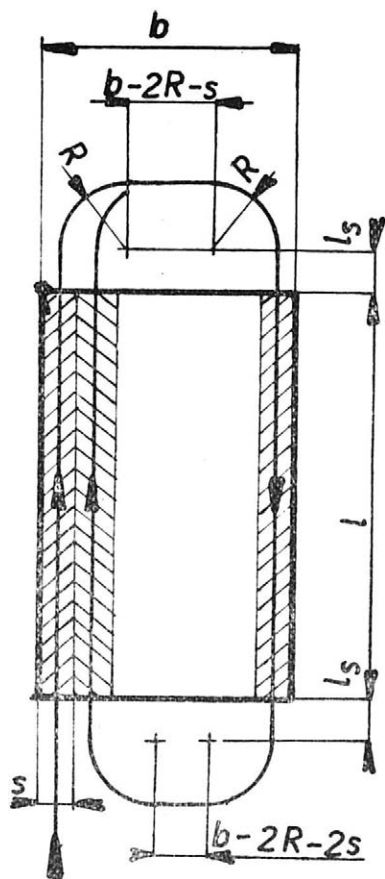
U okružního prolétávání se však celá plocha pozemku ošetří naprosto stejnými zatáčivými lety, zatímco při spirálovém prolétávání, je-li šířka záběru $s < 2R$, musí se ošetření středního pruhu pozemku dokončit smyčkovým létáním. Jelikož vždy je $s < 2R$ a jelikož délka smyčkového zatáčivého letu je větší než u okružního, je spirálové prolétávání vcelku časově poněkud náročnější než okružní.

3. PŘEHLED VÝSLEDKŮ A SROVNÁNÍ S LÉTÁNÍM SMYČKOVÝM

V práci byla vyjádřena závislost mezi délkou pozemku, popř. mezi výměrou obdélníkového pozemku, jeho stranovým poměrem a optimální pracovní rychlostí, při které vychází nejkratší vlastní pracovní doba nad pozemkem. Při tom bylo uvažováno okružní létání podél a napříč pozemku a létání spirálové za předpokladu, že letoun během jednoho



12. Měrná doba smyčkového i okružního letu v závislosti na rychlosti při $\gamma = 45^\circ$, $b/l = 1,0$



13. Dráha při spirálovém létání

pracovního cyklu, tj. mezi dvěma plněními, vykoná několik ošetřovacích průletů nad pozemkem.

Při šetření se ukázalo, že okružní způsob létání napříč pozemku a způsob spirálový jsou časově náročnější než okružní létání podél pozemku.

V další části práce je porovnáváno okružní podélné létání s létáním smyčkovým, jehož se nejčastěji užívá a pro něž byly příslušné závislosti již dříve odvozeny [4, 5].

Porovnáme-li obrázky 2 a 3 této práce s obdobnými obrázky 17 a 18 pro smyčkové létání [4], vidíme, že optimální pracovní rychlost v obou případech roste s výměrou pozemku a s jeho délkou a že při okružním létání vychází vždy větší než při smyčkovém. Pracovní rychlost zemědělského letounu by proto měla být volena s ohledem na výměru většiny pozemků, pro jejichž ošetřování je letoun určen. Kromě toho by měl být u zemědělského letounu vždy uváděn přípustný rozsah pracovních rychlostí místo dosud obvyklé, jediné její hodnoty, aby se skutečná rychlost pracovního letu mohla volit co nejblíže rychlosti optimální.

Měrné pracovní doby potřebné k ošetření 1 ha při optimální letové rychlosti vycházejí v uvažovaném rozsahu výměr a rychlostí vždy podstatně menší u okružního způsobu létání než u smyčkového; je to důsledek větší optimální rychlosti a kratší zatáčivé dráhy při okružním létání.

Rozdíl měrných dob potřebných k leteckému ošetření pozemku smyčkovým a okružním létáním je názorně patrný z obrázků 9 až 12, kde jsou oba způsoby porovnány. Z obrázků vidíme, že při malých pracovních rychlostech, nutných např. při členitém terénu nebo pro jiné překážky, je smyčkový způsob v některých případech výhodnější než okružní, zatímco u větších pracovních rychlostí je tomu naopak. Je to způsobeno tím, že dráha prolétnutá při zatáčivém letu narůstá při větších rychlostech u létání smyčkového rychleji než u okružního.

V uvažovaných případech (při výměrách pozemků do 100 ha) a za uvažovaných ideálních podmínek vychází smyčkový způsob létání výhodnější při pracovních rychlostech pod 100 km/h; při menších výměrách je smyčkový způsob výhodnější při nižších pracovních rychlostech, blízkých se 50 km/h, tj. v oblasti pracovních rychlostí vrtulníků. Při pracovních rychlostech nad 100 km/h je ve všech uvažovaných případech výhodnější létání okružní. Z obrázků 9 až 12 je dále patrné, že jak pro smyčkové, tak i pro okružní létání platí tytéž směrnice pro snížení měrných časů, tj. velké náklony při zatáčkách, velké výměry pozemků a jejich velké délky.

Zvětšení náklonu letounu v zatáčce při stálé pracovní rychlosti se při obou způsobech létání projevuje příznivě zkracováním zatáčivé dráhy, růstem optimální pracovní rychlosti a poklesem měrného pracovního času, jak je patrné z rovnic (9) a (10) a z obrázků 3 a 9 až 12.

Prodlužování délky zatáčivé dráhy, vyjádřené růstem součinitele k , způsobuje znaitelný pokles optimální rychlosti (rovnice (9) až (11), a tedy růst měrné pracovní doby; u smyčkového létání je to vidět z obrázků 34 a 35 [4].

Zvětšení poměru délek stran obdélníkového pozemku b/l při stálé výměře se projeví poměrně značným zvětšením měrné pracovní doby (obr. 9 až 12).

Rostoucí velikost pracovního záběru způsobuje značný pokles měrného pracovního času při všech výměrách pozemků. Vliv velikosti záběru na optimální pracovní rychlost je u smyčkového létání patrný z obrázků 30 a 31 [4], u okružního na optimální pracovní rychlost z rovnic (11) a (12) a na velikost měrného pracovního času z rovnic (20) a (22).

Je ovšem třeba si uvědomit, že na velikost pracovní rychlosti má vliv nejen velikost pozemků a s tím související ekonomika provozu, nýbrž především i bezpečnost letu, která omezuje velikost pracovní rychlosti jak směrem nahoru, tak dolů.

Použitá označení

A	— výměra pozemku	m^2, ha
b	— šířka pozemku	m
g	— tíhové zrychlení	m/s^2
k	— součinitel prodloužení zatáčivého letu, tj. poměr skutečné délky celého zatáčivého letu k délce teoretické	
l	— délka pozemku	m
l_s	— délka ulétnuté dráhy při stoupání z pracovní výšky na výšku zatáčení nebo při klesání z výšky zatáčení na výšku pracovní	
L	— celkem prolétnutá dráha nad pozemkem včetně zatáčivých letů	m
n	— počet pracovních průletů nad pozemkem	
R	— poloměr zatáčení	m
s	— šířka pracovního záběru	m

t	— čas	s
$t_1 = t/A$	— měrný pracovní čas, tj. čas potřebný k ošetření pozemku o výměře 1 ha	s/ha
v_1	— rychlost pracovního letu	m/s, km/h
v_{opt}	— optimální rychlost letu, tj. rychlost, při které je doba potřebná k ošetření pozemku nejkratší	m/s, km/h
v_z	— rychlost v zatáčce	m/s, km/h
z	— délka zatáčivého letu	m
z_t	— teoretická délka zatáčivého letu	m
γ	— úhel náklonu letounu v zatáčce	

Došlo dne 28. 12. 1965

Literatura

1. Baltin, F.: Beitrag zur Problematik der Rationalisierung der aviochemischen Schädlingsbekämpfung. Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jg. 8-1958/59, math.-wissenschaftliche Reihe, 1. — 2. Baitler, M.: Hodiňový výkon zemědělského letadla z konstrukčního hlediska. Výzk. zpráva VZLÚ č. 34141. — 3. Malý, O.: Ekonomika letecko-chemické činnosti v zemědělství v ČSSR a návrh rozvoje do r. 1970. Výzk. zpráva VÚZE, Praha 1964. — 4. Prachař, J.: Pracovní rychlost zemědělského letounu při smyčkovém létání nad pozemkem. Zemědělská technika, 1966, č. 3. — 5. Prachař, J.: Použití letadel v zemědělství a lesnictví. Výzk. zpráva VŠZ, Praha 1964.

Оптимальная рабочая скорость сельскохозяйственного самолета

В работе выражена зависимость между длиной (площадью) земельного участка и оптимальной рабочей летной скоростью при полете по кругу вдоль и поперек участка. Рассматривался также спиральный способ лета.

На основе выведенных соотношений можно сказать, что полет по кругу поперек участка и спиральный полет требуют больше времени, следовательно, это не так выгодно. Поэтому подробно обследовался лишь лет по кругу вдоль участка, и результаты сравнивались с опубликованными раньше отношениями [4] петлевого лета, который применяется чаще остальных.

На основе сравнений можно заключить, что оптимальная рабочая скорость в обоих случаях возрастает по мере увеличения длины участка и тогда, когда осуществляется лет по кругу. Вследствие того, при полете по кругу необходимое для обработки 1 га время сокращается. В том случае, когда скорость лета ограничена (напр., затруднительным рельефом местности) меньше 100 км/час и площадью участка меньше 100 га, лучше себя оправдывает петлевой способ лета.

При петлевом полете и лете по кругу необходимое для обработки 1 га время (условное рабочее время) сокращается по мере увеличения длины участка, угла наклона самолета в вираже и ширины захвата; удельное рабочее время возрастает по мере удлинения виражных летов.

Ввиду того, что оптимальная скорость лета (т. е. скорость с самым коротким сроком обработки участка) меняется в зависимости от длины земельного участка, рабочую скорость сельскохозяйственного самолета следовало бы приспособить к среднему размеру обрабатываемых участков. Однако необходимо учесть, что рабочая скорость ограничивается правилами безопасности лета.

В работе предполагалось, что в продолжение одного рабочего цикла, т. е. между двумя заправками, самолет совершит над обрабатываемым участком несколько полетов.

The Optimum Working Speed of an Agricultural Aircraft

The paper deals with the relation between the length of the area and the optimum working speed of the aircraft in circuit flight operations in lengthwise and crosswise directions. Further investigated were the operations in spiral flight.

The derived relations make it clear, that the operation in circuit flight in the crosswise direction and in the spiral flight require more time and are consequently less advantageous. Therefore, only the operation in circuit flights in the lengthwise direction was investigated more closely and the results compared with the relations valid for the flights in loops, as described in an earlier publication [4], the latter operation being the most frequently used method.

As evident from the comparison, the optimum working speed will increase in both cases with longer areas and is higher with the operation in circuit flight. The time required for the treatment of 1 hectare is consequently shorter with the operation in circuit flight. If the speed of the flight is limited, (e. g. due to rough ground), to less than 100 km/h and on areas of less than 100 hectares, the operation in loops proved to be the more advantageous.

With the operation in loops or in circuit flight, the time required to treat an area of 1 hectare (i. e. the specific working time) will decrease if the length of the area, the incline of the aircraft in curves and the working width get increased. The specific working time will increase if the time required for curves is increased.

As the optimum speed of the flight (i. e. the speed required for the shortest possible time to treat the area) gets changed with the length of the area, the working speed of the agricultural aircraft should be adopted to the average size of the areas treated. It should be noted, however, that the working speed is limited by the safety of labour in any case.

It was assumed in the investigation, that the aircraft would effect several cultivation flights-through over area per one operation, i. e. between two fillings of the hopper.

Optimale Arbeitsgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Flugzeuges

In der Abhandlung wird die Abhängigkeit zwischen der Länge (oder der Fläche) des Feldes und der optimalen Fluggeschwindigkeit bei der Feldbefliegung nach der Kreismethode (mit gleichbleibendem Kurvenradius), längs oder quer über dem Felde, untersucht. Untersucht wurde auch die Feldbefliegung nach der Spiralmethode (Kreismethode mit dem abnehmenden Kurvenradius).

Aus den abgeleiteten Beziehungen geht hervor, daß die Befliegung nach der Kreismethode quer über dem Felde und nach der Spiralmethode mehr Zeit in Anspruch nimmt, sodaß beide diese Methoden unvorteilhaft sind. Deshalb wurde nur die Befliegung nach der Kreismethode längs über dem Felde untersucht und die Ergebnisse mit den früher veröffentlichten Beziehungen [4] für die Feldbefliegung nach der Webschützenmethode, die am meisten benützt wird, verglichen.

Der Vergleich zeigt, daß die optimale Arbeitsgeschwindigkeit in beiden Fällen mit der Länge des Feldes wächst und größer ist, wenn man nach der Kreismethode arbeitet. Der Flugzeitaufwand pro Hektar behandelte Fläche ist deshalb beim Kreisflug geringer. Die Webschützenmethode bewies sich als vorteilhafter in den Fällen, wo die Fluggeschwindigkeit unter 100 km/h herabgesetzt wurde (z. B. wegen Terrainhindernissen) oder auch bei den Feldern, die kleiner als 100 ha sind.

Bei dem Fliegen nach der Webschützenmethode sowie nach der Kreismethode sinkt der Zeitaufwand pro Hektar behandelte Fläche (spezifische Arbeitszeit) mit der steigenden Länge des Feldes, mit der wachsenden Neigungswinkel des Flugzeuges in Kurvenflügen und mit der wachsenden Arbeitsbreite; die spezifische Arbeitszeit wächst dagegen mit der steigenden Länge der Kurvenflüge.

Da sich die optimale Geschwindigkeit des Fluges (d. h. die Geschwindigkeit, die dem kleinsten Flugzeitaufwand entspricht) mit der Länge des Feldes ändert,

sollte die Arbeitsgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Flugzeuges der durchschnittlichen Größe der Felder angepaßt werden. Bei der Berechnung sollte man natürlich auch die Flugsicherheit, welche die Höhe der Arbeitsgeschwindigkeit begrenzt, in Betracht nehmen.

In der Abhandlung wird vorausgesetzt, daß während eines Arbeitszyklus, also zwischen zwei Beladungen des Flugzeuges, dasselbe mehrmals über dem behandelten Felde überfliegt.

Adresa autora:

Doc. inž. Josef P r a c h a ř, Vysoká škola zemědělská, fakulta mechanizace, katedra mechaniky a strojnictví, Suchbát u Prahy

Stručný výtah z kandidátských disertačních prací, obhájených v komisi pro obhajobu kandidátských disertačních prací pro obor 0815 — technika a mechanizace zemědělské výroby — při VÚZT, Řepy u Prahy v r. 1965.

Inž. J. Němec, CSc.:

Príspevek k řešení velkovýrobní technologie sklizně luskovin.

Většímu rozšíření luskovin brání nedostatečná mechanizace jejich pěstování, zejména sklizně. Cílem kandidátské práce bylo přispět k vyhledání vhodné velkovýrobní technologie sklizně luskovin, která by kromě dobrých funkčních parametrů umožnila snížit náklady na sklizeň a současně zmenšit potřebu lidské práce.

Problémy sklizně jsou v práci rozděleny do čtyř částí:

1. Sečení a řádkování luskovin.
2. Sběr a výmlat luskovin sklízecí mlátičkou.
3. Úklid luskovinné slámy.
4. Ekonomické úvahy.

Provozní a polně laboratorní zkoušky byly konány v letech 1962 až 1964 na účelovém hospodářství VÚZT Řepy a na šlechtitelském a semenářském statku v Jenči.

Pro každou část je podrobně rozveden prověřovaný technologický postup, použité mechanismy a ekonomický efekt.

Navržená technologie sklizně vychází ze standardních sériově vyráběných strojů, doplňovaných adaptéry.

Pro sečení a řádkování doporučuje autor adaptér ŽUL 152, pro sběr z řádků širokozáběrový sběrač SL 330 a SL 300 pro sklízecí mlátičky ŽM 330 a SK 4, přičemž se sbírá ze dvou řádků současně.

Pro výmlat se doporučuje normální, dobře seřízené lištové mlátičí ústrojí.

Úklid slámy je podle autora nejlépe řešen neseným metačem na sklízecí mlátičce, kterým je sláma dopravována přímo do velkoobjemového vozu.

Navržená technologie sklizně luskovin snižuje přímé náklady o 55 % a potřebu lidské práce o 90 % proti dosud užívaným technologiím.

Inž. St. Havelec, CSc.:

K otázkám použití a volby parametrů rotačních strojů pro zpracování půdy.

V oblastech s těžko zpracovatelnými půdami vzrůstá obliba strojů s rotačními pracovními orgány pro zpracování půdy.

Práce se zabývá teorií těchto pracovních orgánů, zpracovanou na základě laboratorních pokusů konaných v půdním kanále a ověřených v poloprovozu.

Byly stanoveny rovnice dráhy, kterou opisuje bod ostří rotačního pracovního orgánu, rovnice horizontální velikosti posuvu na nůž a rovnice určující výšku hřebenu dna brázdy. Byly zkoumány jednotlivé závislosti určující kvalitu práce rotačních orgánů a využití výkonu traktoru, zejména vliv pojezdové rychlosti, počtu nožů, úhlu nožů a velikosti poloměru rotoru.

Se vzrůstající pojezdovou a obvodovou rychlostí roste krouticí moment odebíraný od vývodového hřídele traktoru. Velikost potřebného krouticího momentu ovlivňuje správná volba úhlů a rozměrů frézovacích nožů. Na základě laboratorních zkoušek v půdním kanálu byly stanoveny optimální velikosti úhlů vstupu svislé čáry nože do půdy, úhlu drobení a úhlu nastavení ostří.

Výsledky práce osvětlují funkci rotačních strojů pro zpracování půdy a přináší podklady pro jejich konstrukci.

Inž. J. Havelík, CSc.:

Technologické otázky nových způsobů konzervace píce silážováním.

V posledních letech jsou v popředí zájmu nové způsoby konzervace píce. Jedním z nich je konzervace zaváděných píce silážováním ve vzduchotěsných nebo otevřených věžích.

Kandidátská práce se zabývá objasněním otázek fermentačního procesu, optimálního procenta obsahu sušiny konzer-

vované píce, zachování živin, tvorby kvasných plynů a zjišťování celkových ztrát u krmiv konzervovaných tímto způsobem.

Pokusy a měření byly konány jednak v poloprovozu na účel. hospodářství VÚZT Řepy ve vzduchotěsných věžích Harvestore a Alkosil, v otevřených věžích z taženého betonu nebo z prefabrikovaných dílců o průměru 9 a 6 m, nebo v otevřených kovových věžích typu Marysone o průměru 6 m, jednak laboratorně v lahvích.

V práci jsou uvedeny závěry z výsledků jednotlivých měření v průběhu konzervace různých materiálů o různém pro-

centu sušiny a je proveden rozbor příčin a souvislostí z hlediska vzájemného působení sledovaných veličin.

V našich podmínkách činí celkové ztráty cca 6—10 % podle typu věže a silážovaného materiálu. K nejnižším ztrátám dochází při obsahu sušiny 40—50 %. Fermentační proces probíhá nejintenzivněji v prvních 14 dnech po naplnění, končí mezi 28.—42. dnem.

V poloprovozu byla prokázána možnost konzervace bílkovinných materiálů v otevřených věžích.

Jan Květoň

Výzkumný ústav zemědělské techniky,
Řepy u Prahy

OBSAH

Blažek J.: Rozbor hlavních provozních vlastností vrchních vybíračů siláže se zavěšeným rámem	179
Lobotka J.: Koeficient trenia zelenej a zavädnutej hmoty rezanej lucerky	189
Fiala J.: Separace zrna z pořezaného obilí na vibračním síti	201
Prachař J.: Optimální pracovní rychlost zemědělského letounu	213
Z vědeckých pracovišť	231

СОДЕРЖАНИЕ

Блажек Й.: Анализ основных производственных свойств устройства для верхней выемки силоса с подвешенной рамой (188). — Лоботка Й.: Коэффициент трения зеленой и увядшей массы резаной люцерны (198). — Фиала И.: Отделение зерна от зерновой массы на вибрационном сите (211). — Прахарж Й.: Оптимальная рабочая скорость сельскохозяйственного самолета (228). — Из мест научной работы (231).

CONTENT

Blažek J.: Analysis of the Principal Operation Properties of Top Ensilage Unloaders with Attached Frame (188). — Lobotka J.: The Coefficient of Friction with the Chopped Green and Wilted Alfalfa (199). — Fiala J.: Separation of Grains from the Chopped Cereals on an Oscillating Screen (211). — Prachař J.: The Optimum Working Speed of an Agricultural Aircraft (228). — From the places of scientific work (231).

INHALT

Blažek J.: Analyse der wichtigsten Betriebseigenschaften von oben wirkender Gärfutterentlader mit angehängtem Rahmen (E/188). — Lobotka J.: Reibungskoeffizient der grünen und angewelkten gehäckselten Luzerne (199). — Fiala J.: Trennung der Körner vom Häckselgetreide mit Hilfe eines schwingenden Lamellensiebes (211). — Prachař J.: Optimale Arbeitsgeschwindigkeit des landwirtschaftlichen Flugzeuges (229). — Aus den wissenschaftlichen Arbeitsstätten (231).

TABLE DES MATIÈRES

Blažek J.: Analyse des propriétés principales dans l'exploitation des évacuateurs supérieurs d'ensilage avec un bâti en suspension (res. An/188). — Lobotka J.: Coefficient de frottement de la masse verte et préfanée de luzerne hachée (res. An, Al/199). — Fiala J.: Séparation du grain à partir des céréales hachées sur le tamis vibrant (res. An, Al/211). — Prachař J.: Vitesse de travail optima d'un avion agricole (res. An, Al/229). — De centres scientifiques (231).

je věnována 15. výročí trvání a činnosti Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Řepích.

Za dobu své existence se VÚZT, původně zaměřený především na zkoušení zemědělských strojů, stal předním vědeckovýzkumným pracovištěm v oboru zemědělské techniky a jedním z hlavních pracovišť vědeckovýzkumné základny zemědělského výzkumu. V průběhu činnosti ústavu se stále zřetelněji projevovála potřeba zvýšení úrovně výzkumné práce při zkoumání nejvhodnějších principů mechanizace zemědělské velkovýroby a potřeba daleko užšího sepětí mechanizačního výzkumu s ostatními obory zemědělského výzkumu, umožňující zkoumání vzájemných vlivů jednotlivých faktorů výrobního procesu, jehož je mechanizace ve velkovýrobě základní a nedílnou součástí.

Práce vybrané pro jubilejní číslo Zemědělské techniky shrnují vzhledem k omezenému rozsahu čísla pouze některé výsledky činnosti VÚZT z posledního období a zabývají se převážně fyzikálními vlastnostmi zemědělských materiálů ve vztahu k pracovním mechanismům. I tento poměrně malý úsek však poskytuje představu o povaze, metodách a úrovni výzkumné práce VÚZT v 15. roce jeho existence.

V jubilejním čísle jsou otištěny tyto práce:

J. Fiala: *Některé fyzikální vlastnosti granulovaných průmyslových hnojiv*

A. Vávra: *Rychlost částic při pneumatické dopravě*

E. Pick, J. Kosek: *Teorie automatického řízení traktoru podle zadané trajektorie*

J. Blažek, J. Fiala: *Vliv fyzikálně mechanických vlastností siláže na činnost vrchních vybíračů*

S. Havelec: *Vliv tvaru pracovních orgánů rotačních kypřičů na spotřebu energie*

Oznámení

Výzkumný ústav zemědělské techniky v Řepích u Prahy vypisuje konkurs na dvě místa externích vědeckých aspirantů pro obor 0815 „Technika a mechanizace zemědělské výroby“.

Žádosti s doklady podle vyhlášky ČSAV a MŠK z 11. 11. 1964 (č. 199/1964 Sb.) zaslat nepozději do 31. 5. 1966 na adresu VÚZT.

Uchazeči splňující podmínky budou do 30. 6. 1966 pozváni k přijímací zkoušce.