

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

3

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

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1981

■

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

■

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

■

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

■

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

V. Mayer

MAYER, V. (Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha - Řepy): *Drcení kamenů na poli*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3): 129–141.

Teoretickým rozбором a experimentálně byly ověřovány konstrukční prvky, funkční a provozní vhodnost sběracích drtičů kamene. Dále byla zjišťována jejich energetická náročnost a kvalita práce. Jsou uvedeny přednosti a nedostatky práce jednotlivých typů sběracích drtičů. Z experimentálního ověření vyplývá, že sběracími drtiči s kladivovým drticím ústrojím lze snížit množství kamenů větších než 30 mm, obsažených ve zpracované vrstvě, průměrně o 80 % proti původnímu množství redukováním velikosti frakci, takže nepřekážejí při dalších zemědělských pracích a nepoškozují zemědělské stroje. Z energetických měření vyplynulo, že sběrací drtiče bez předseparace kamenů lze použít pouze pro povrchové odkameňování půd do maximální hloubky zpracování 100 mm na lehčích půdách. Při větších hloubkách zpracování neúměrně narůstá potřeba energie na rozpracování půdy a snižuje se účinnost drcení. Sběrací drtiče se separací kamenů od zeminy mají potřebu energie téměř poloviční a průběh narůstání potřeby energie v závislosti na hloubce zpracování je mírnější. Lze jimi proto dosáhnout větší hloubky zpracování ornice při téže potřebě energie.

odkameňování půd; odkameňování povrchových orničních vrstev; drcení kamenů; sběrací drtiče kamenů; funkce pracovních orgánů; kvalita práce drtičů; energetická náročnost drcení

Odkameňování půd se stává stále více předmětem zájmu ve všech zemědělsky vyspělých státech, které musí intenzivně a efektivně využívat veškerý půdní fond, tj. i půd s vysokým obsahem kamenů v orniční vrstvě.

Jsou-li v ornici kameny, nadměrně se opotřebovávají a poškozují pracovní orgány stále složitějších, výkonnějších, ale také dražších zemědělských strojů. Zvláště nebezpečné jsou kameny na povrchu a v povrchových vrstvách ornice pro sklízecí řezačky a další sklizňové stroje. Kameny, které do ornice zasahují z podorničí, poškozují pluhová ostří při orbě a další stroje na zpracování a přípravu půdy. Na silně kamenitých půdách je až 80 % všech poruch mechanizace způsobeno kameny (Panoch, 1978). Neodstraněné kameny jsou nejen častým zdrojem poruch, ale mají také vliv na snížení výnosů v porovnání s výnosy na půdách stejného druhu bez kamenů. Je to dáno tím, že kameny zaviňují nekvalitní orbu, přípravu půdy, setí i kultivaci. Technika odstraňování kamenů z půd ve světě je různorodá vzhledem ke značné variabilitě druhů a typů půd, velikosti, tvaru, tvrdosti, druhu a množství kamenů na nich.

Ve výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze byly navrženy a experimentálně ověřovány různé pracovní postupy odkameňování půd pro podmínky ČSSR. Byla navržena soustava strojů pro mechanizované odstraňování kamenů z půd a stanoveny potřebné počty strojů (Panoch, 1978). Pro ověření pracovního postupu odkameňování povrchových orničních vrstev drcením kamenů byly ve VÚZT zkonstruovány a ověřovány stroje umožňující přímé zdobňování kamenů na poli, tzv. sběrací drtiče.

Odkameňování povrchových orničních vrstev drcením kamenů na polích s opukovými kameny bylo zkoumáno v širším měřítku z agrotechnického hlediska ve Francii (Billot-Dalleinne, 1977).

METODIKA

Teoretickým rozbořem a experimentálním ověřováním z hlediska funkčního a energetického i z hlediska kvality práce byly porovnávány různé separační a drtící orgány sběracích drtičů kamene pro další výzkumné řešení technologie a vývoj techniky pro odkameňování zemědělských půd.

VLASTNÍ PRÁCE

POŽADAVKY NA DRTIČE

Velikost kamenů, kamenitost půd

Z technologického procesu třídění skeletu je za velikost kamene pokládán takový jeho rozměr, který odpovídá průměru kruhového otvoru síta, jímž kámen těsně propadne. Mezi tvarem, velikostními skupinami kamenů v ornici a kamenitostí u jednotlivých půd i lokalit jsou značné rozdíly. Některá měření kamenitosti půd uskutečněná ve VÚZT jsou uvedena v tab. I.

Maximální velikosti kamenů jsou omezeny z technicko-konstrukčního hlediska u sběracích drtičů povrchových kamenů a u sběračů s drtiči pro zpracování celé orniční vrstvy na 400 mm. Větší kameny musí být odstraněny z půd jinými pracovními postupy a technikou.

Drtitelnost polního kamene

Drtitelnost jako odpor horniny proti drcení a tříštění se uplatňuje při mechanickém procesu zdobňování skeletu v drtičích. Závisí na mineralogickém složení, fyzikálně-mechanických vlastnostech skeletu a je do značné míry ovlivněna u polního skeletu i stupněm zvětrání. Pro praktickou potřebu lze za míru drtitelnosti polního skeletu vzít tvrdost horniny. Jako velmi tvrdé a k drcení nevhodné lze označit kameny tvořené horninami, které téměř nezvětrávají, např. křemen, křemence, křemenité slepence, čediče apod. Za středně tvrdé kameny dobře drtitelné můžeme považovat kameny tvořené běžnými půdotvornými horninami, jako je např. žula, rula, svor, algonkická břidlice, opuka apod., které podléhají zvětrávání. Z technického hlediska lze pro odkameňování půd drcením hrubého skeletu na jemnější frakce doporučit všechny středně tvrdé kameny (Panoch, 1973). Kameny z hornin, které nezvětrávají a při drcení mají ostré hrany úlomků, nelze odstraňovat z půd technikou drcení.

Stupeň zdobnění

Stupeň zdobnění určuje podíl maximální velikosti frakcí rozdrčeného skeletu. Energetická spotřeba při drcení je přímo úměrná stupni zdobnění, a tím i nákladům na tento zásah. Proto je nutné stanovit optimální velikost rozdrčeného skeletu z hlediska energetického, mechanizačního a agrotechnického.

Z mechanizačního hlediska by maximální velikost rozdrčeného skeletu v ornici neměla být větší než 30 mm ve výrobním typu bramborářském a 50 mm v ostatních výrobních typech. O přípustné velikosti frakcí skeletu v ornici rozhoduje prosévatelnost sklizečů brambor a maximální velikost kamenů, které nejsou na závadu sklizňovým strojům.

Z hlediska fyzikálních vlastností je třeba, aby u půd lehčích obsahovala drť co nejvíce jemných frakcí. U půd těžších je výhodnější drť s větším podílem hrubších frakcí, aby se přispělo k vylehčení těchto půd. Z uvedených důvodů by drticí zařízení mělo mít regulaci stupně zdobnění kamenů.

Výkonnost

Výkonností drticího zařízení je množství skeletu v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ nebo $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$, které při průchodu drtičem bylo skutečně zdobněno. Výkonnost drticího zařízení je dána množstvím skeletu v ornici, tj. kamenitostí v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a požadovanou plošnou výkonností stroje v $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

Pro sběrací drtiče kamenů s povrchových orničních vrstev by mělo být drticí zařízení dimenzováno na kamenitost ve zpracovávané vrstvě v rozsahu od 200 do 500 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tomu při sypané objemové měrné hmotnosti 2000 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ odpovídá množství 100 až 250 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Stanovíme-li minimální plošnou výkonnost stroje 0,25 $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$, musí být výkonnost drticího zařízení 25,0 až 62,5 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, tj. 50 až 125 $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$.

Pro sběrače s drtiči, které budou separovat kameny z celé orniční vrstvy, musí být drtič dimenzován na výkonnost ještě vyšší, neboť kamenitost celé zpracovávané orniční vrstvy se pohybuje v rozmezí od 500 do 1000 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a tomu odpovídá objemové množství kamenů 250 až 500 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Při minimální plošné výkonnosti sběrače 0,15 $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$ musí pak být objemová výkonnost drtiče 37,5 až 75,0 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, tj. výkonnost hmotnostní 75 až 150 $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$.

Skutečná plošná výkonnost strojů pro technologii odkameňování půd drcením je negativně ovlivněna dalšími pracovními faktory, např. velikostními skupinami kamenů, druhem kamenů, vlhkostí půdy a jejím druhem, hrudovitostí, připraveností pozemku apod.

TECHNICKÉ MOŽNOSTI ZDOBŇOVÁNÍ

Kameny lze zdobňovat mechanickými, pyrotechnickými, termickými a některými dalšími fyzikálními způsoby. Z hlediska praktické použitelnosti je nejvhodnější zdobňování mechanické. Pyrotechnický a termický způsob je použitelný u kamenů velkých, které nelze odstranit z půd mechanicky. Další fyzikální způsoby, jako např. metody rozrušování kamene ultrazvukem, elektrochemickou cestou apod., nejsou zatím pro praktické využití použitelné.

Z mechanických způsobů přichází v úvahu pro zdobňování polního kamene drcení a rozbíjení. Při drcení se působí na kámen mezi dvěma čelistmi velkým tlakem tak, že porušením vnitřních mezimolekulárních sil nastává rozpad kamene. Na tomto principu pracují drticí zařízení čelistová, válcová a kuželová. Při rozbíjení kamene se dosáhne porušení vnitřních sil náhlou rázovou změnou kinetické energie, např. tím, že se na kámen působí rychle se pohybujícím předmětem, nebo se kámen vrhá velkou rychlostí na tuhou překážku, nebo kombinací obou těchto způsobů. Drticí zařízení zdobňující kámen rozbíjením se nazývají úderová a podle způsobu rozbíjení jsou kladivová nebo odrazová.

VHODNOST DRTICÍCH ZAŘÍZENÍ

Při určování vhodnosti jednotlivých drticích zařízení se vycházelo z těchto předpokladů:

1. zařízení jsou určena pro zdobňování středně tvrdých kamenů částečně navětrá-lých;
2. maximální velikost kamenů před vstupem do drticího zařízení je 400 mm;
3. maximální velikost rozdrčených frakcí je 30 až 50 mm;
4. střední objemová výkonnost je $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při drcení kamenů o sypné objemové hmotnosti $2000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Čelistové drtiče

Výkonnost čelistových drtičů se vypočítá podle rovnice, kterou uvádí Labahn (1970)

$$W_h = a \cdot b \cdot l \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

kde: a – spodní vzdálenost čelistí (odpovídá maximální velikosti rozdrčené frakce) (m)

b – šířka šterbiny drtiče (m)

l – výkonnostní činitel, který pro drcení středně tvrdých materiálů je stanoven empiricky ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)

Pro dané hodnoty $W_h = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; $a = 0,03 \text{ m}$ a při zjištěném výkonnostním činiteli $l = 260 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ pro $a = 0,03 \text{ m}$ (Labahn, 1970) potom ze vzorce (1) vyplývá potřebná šířka šterbiny drtiče

$$b = \frac{W_h}{a \cdot l} = 6,4 \text{ m}$$

Z vypočtených rozměrových parametrů vyplývá, že čelistové drtiče nejsou vhodné pro jemné drcení velkého množství kamene.

Válcové a kuželové drtiče

Maximální velikost kamenů, které lze válcovými drtiči zpracovávat, závisí na průměru válců, na výstupní mezeře mezi válci a na koeficientu tření mezi povrchem válců a drceným materiálem.

Vztah mezi velikostí vstupní frakce, průměrem válců a mezerou mezi válci je dán rovnicí (Holec, 1959)

$$d = 0,0405 D + 1,04 a \quad (2)$$

kde: d – maximální velikost vstupní frakce (m)

D – průměr válců drtiče (m)

a – mezera mezi válci – přibližně odpovídá maximální velikosti rozdrčené frakce (m)

Pro požadované hodnoty $d = 0,4 \text{ m}$ a $a = 0,03 \text{ m}$ vychází průměr válce drtiče ze vzorce (2)

$$D = \frac{d - 1,04 a}{0,0405} = 9,106 \text{ m}$$

V praxi se průměr válců při drcení na velikost frakcí do 25 mm středně tvrdého kamene a válců bez zubů volí desetkrát až dvacetkrát větší, u válců se zuby asi pětkrát až desetkrát větší než maximální velikost drceného kamene.

Výkonnost válcového drtiče se vypočte z průřezu mezery mezi válci, obvodové rychlosti a součinitele využití

$$W_h = 3600 \cdot a \cdot b \cdot v \cdot q \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (3)$$

kde: a — mezera mezi válci — odpovídá přibližně maximální velikosti rozdrčené frakce (m)

b — šířka válců (m)

q — součinitel využití — závisí na drtitelnosti, mezerovitosti a tvaru drceného kamene;

Holec (1959) udává $q = 0,25$ až $0,50$

v — obvodová rychlost válců se volí $2,0$ až $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Holec, 1959)

Pro požadované hodnoty $W_h = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; $a = 0,03 \text{ m}$ potom ze vzorce (3) vyplývá potřebná šířka válců

$$b = \frac{W_h}{3600 \cdot a \cdot v \cdot q} = 0,74 \text{ m}$$

Z vypočtených rozměrových parametrů válcových drtičů kamene plyne, že ani tyto drtiče nejsou pro použití v mobilních strojích na odkameňování půd drcením vhodné.

Úderové drtiče

V úderových drtičích dochází k drcení úderu kladiv a vrháním kamenů velkou rychlostí na překážku. Jejich výkonost je dána průměrem, délkou a obvodovou rychlostí rotoru, maximální velikostí vstupního materiálu, stupněm zdobnění, fyzikálními vlastnostmi zpracovávaného materiálu, rozměry a celkovou konstrukcí.

Pro orientační stanovení objemové výkonosti lze použít vzorce:

$$W_h = 6 \cdot D_r \cdot L_r^2 \cdot n \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (4)$$

pro $D_r < L_r$

nebo

$$W_h = 6 \cdot D_r^2 \cdot L_r \cdot n \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (5)$$

pro $D_r > L_r$

kde: D_r — průměr rotoru (m)

L_r — délka rotoru (m)

n — počet otáček rotoru (s^{-1})

Pro stanovení rozměrových parametrů drtiče vycházíme z požadované hodnoty objemové výkonosti $W_h = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a ze stanovených hodnot $L_r = 1,5 \text{ m}$, $n = 16,66 \cdot \text{s}^{-1}$ (odpovídá 1000 otáček vývodového hřídele traktoru za minutu).

Potom ze vzorce (4) vychází průměr rotoru:

$$D_r = \frac{W_h}{6 \cdot L_r^2 \cdot n} = 0,222 \text{ m}$$

Z toho je vidět, že z hlediska výkonosti i rozměrových parametrů jsou kladivové drtiče vhodné pro umístění do mobilních strojů na odkameňování půd. Jejich skutečná výkonost však může být stanovena pouze zkušebním testem, protože je závislá na mnoha dalších faktorech ovlivňujících proces drcení.

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘOVÁNÍ DRTIČŮ

Pro ověření pracovního postupu odkameňování půd drcením kamenů byly ve VÚZT zkonstruovány a ověřovány stroje umožňující zdobňování polního kamene. Jako drtičí zařízení byly použity úderové drtiče kladivové.



1. Funkční model sběracího drtiče SDKN 170-1 v agregaci s traktorem ŠT 181 — Functional model of SDKN 170-1 stone-collecting crusher mounted on ŠT 181 tractor

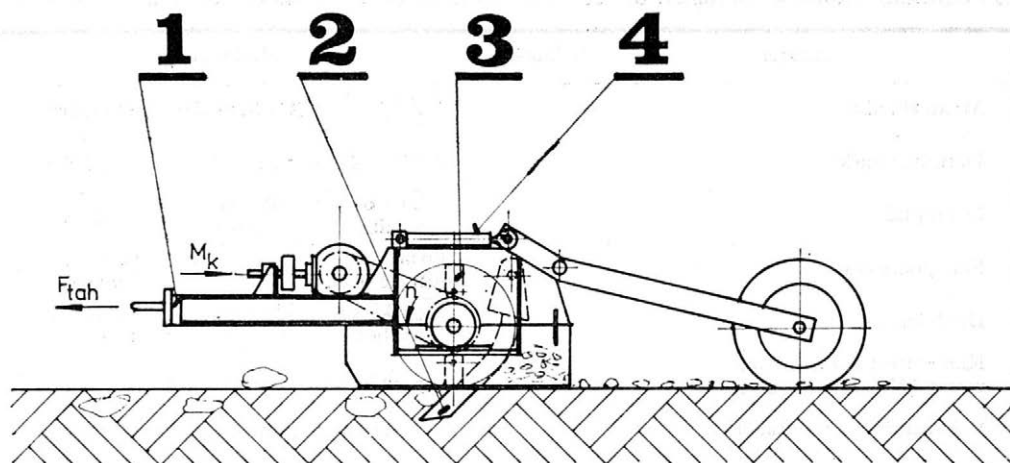
Základem všech drtičů navržených a ověřovaných ve VÚZT ve sběracích s drtiči kamene je kladivový rotor. Tvoří jej hřídel, na kterém jsou nasazeny kruhové unášče kladiv. Mezi unášči kladiv jsou na čepech volně uložena otočná kladiva procházející mezi roštnicemi s protikladivy tak, aby docházelo k samočištění roštu. Obvodová rychlost kladivového rotoru dosahuje $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Sběrací drtiče s pasivní separací

Prvním ze série sběracích drtičů určených pro odstraňování kamenů s povrchu a z povrchové orniční vrstvy byl funkční model sběracího drtiče, označený SDKN 170-1 (obr. 1). Na něm se ověřovala funkční vhodnost konstrukčních prvků a kinematické poměry drtiče. Stroj byl určen pro agregaci s traktorem o výkonu 130 kW, vybaveným vnějším hydrostatickým pohonem.



2. Sběrací drtič s pasivní separací kamene SDKP 170-2 (výrobní označení PB9-015) při polních zkouškách — SDKP 170-2 stone-collecting crusher with passive stone separation (designated PB9-015) during field tests



3. Funkční schéma sběracího drtiče SDKP 170-2 s pasivní separací — Functional diagram of SDKP 170-2 stone-collecting crusher with passive stone separation
1 — rám, 2 — rošt drtiče, 3 — kladivový rotor, 4 — hydraulické zvedací zařízení

Konstrukčními celky stroje jsou sběrací rošt, který je tvořen jednotlivými roštnicemi s protikladivý, kladivový rotor, svařovaný rám, pojezdová kola s hydraulikou pro jejich ovládání a řetězový převod od hydromotoru na kladivový rotor. Při práci jsou kameny ležící na povrchu a v povrchové orniční vrstvě s částí neodseparované zeminy a hrud vyhrnovány roštovým košem a drceny úderem kladiv. Dodrcovány jsou v prostoru protikladiv roštového koše. Na základě funkčního ověření tohoto drtiče bylo přistoupeno k řešení funkčního modelu sběracího drtiče označeného SDKP 170-2 (obr. 2) s mechanickým pohonem vhodným k použití v zemědělském provozu, kde nejsou k dispozici traktory vybavené výkonným vnějším hydrostatickým pohonem.

Hlavní konstrukční celky jsou stejné jako u předchozího typu, s výjimkou převodů, které tvoří kuželová převodovka s pojistnou spojkou a převod klínovými řemeny. Stroj se zavěšuje za spodní závěs traktoru, rychlozávěs, nebo do závěsné lišty ve spodních ramenech hydrauliky traktoru o výkonu 60 až 90 kW. Pohon je od vývodového hřídele traktoru. Při práci jsou kameny zachyceny na sběracím roštu a drceny úderem kladiv rotoru a na protikladivých roštů. Funkční schéma stroje je uvedeno na obr. 3.

Tento typ sběracího drtiče byl podroben polně-laboratorním zkouškám. Podmínky a výsledky těchto zkoušek jsou uvedeny v tab. I a II. Do konce roku 1980 má být ve STS Bílovec vyrobeno v ověřovací sérii celkem 50 těchto strojů pod výrobním označením PB9-015.

Práce drtičů tohoto typu má některé nedostatky vyplývající z toho, že drtičem prochází a je zpracováván nejen kamenitý skelet, ale i zemina, která není proseta roštovým košem. To znamená, že část kinetické energie kladiv rotoru je spotřebována na zpracování ornice, a to tím více, čím méně skeletu ornice obsahuje. V důsledku toho se poškozuje půdní struktura a v době většího přísušku je při práci nadměrná prašnost. Při vyšší vlhkosti nebo obsahuje-li ornice větší množství houževnatých rostlinných zbytků je účinnost drcení snížena. Použití sběracího drtiče tohoto typu je výhodné pro zdobňování hrubého skeletu na lehčích půdách s větším množstvím kamenů na povrchu nebo na kamenitých půdách po sklizni brambor, popř. po nařádkování kamenů.

Závislosti příkonu sběracích drtičů obou typů na hloubce zpracování půdy, druhu kamene a kamenitosti byly na základě výsledků energetických měření vyhodnoceny a zpracovány graficky (obr. 5) metodou nelineární regresní analýzy.

I. Podmínky zkoušek sběracích drtičů — Conditions of the tests of collecting crushers

Ukazatel	Jednotka	Hodnoty		
Místo zkoušky	—	JZD Jílové - Radlík	JRD Šenkvice	JRD Děrná
Datum zkoušky	—	2. 10. 1975	6. 6. 1978	1. 8. 1978
Druh půdy	—	jílovito-hlinitá	jílovito-hlinitá	hlinitá
Stav pozemku	—	po středně hluboké orbě	po kultivaci	po sklizni brambor
Druh kamene	—	algonické břidlice	křemenitý pískovec	břidlice, pískovec
Kamenitost zpracovávané vrstvy (K_o) frakce > 30 mm	t. ha ⁻¹	202,4	385,2	233,3
Velikostní skupiny frakcí		relativní rozměrové spektrum kamenů		
10 — 20	mm	neměřeno	neměřeno	29,73
20 — 30	mm	neměřeno	2,28	5,14
30 — 60	mm	33,2	45,06	35,22
60 — 100	mm	31,0	30,44	24,21
nad 100	mm	35,8	22,22	5,70

II. Výsledky zkoušek — Results of the tests

Typ stroje	—	SDKN 170-1	SDKP 170-2	SDKP 170-2
Traktor	—	ŠT 181	Z 12045	ZT 303
Zařazený převodový stupeň	—		I. red.	I. normál.
Pracovní rychlost	km. h ⁻¹	1,70	2,27	3,21
Pracovní hloubka	mm	127	80	104
Výkonnost Wh_{01}	ha. h ⁻¹	0,289	0,38	0,54
Kamenitost po zpracování (K') frakce > 30 mm	t. ha ⁻¹	37,0	85,5	56,5
Velikostní skupiny frakcí po zpracování		relativní rozměrové spektrum skeletu		
10 — 20	mm	neměřeno	neměřeno	39,03
20 — 30	mm	neměřeno	46,16	11,41
30 — 60	mm	91,9	53,84	48,24
60 — 100	mm	8,1	—	1,32
nad 100	mm	—	—	—
Účinnost odkameňování $\frac{K_o - K}{K_o} \cdot 100 \%$	%	81,7	77,80	75,70

Hodnoty

ČSS Dobříš	ČSS Praha - Jinonice	JZD Mořina	ČSS Dobříš	ČSS Dobříš
12. 10. 1978	5. 10. 1977	7. 10. 1977	4. 10. 1979	4. 10. 1979
hlinitá	hlinitá	hlinitopísčitá	hlinitá	hlinitá
po sklizni brambor	po podmítce	po orbě	po podmítce	po podmítce
břidlice	opuka	křemen	břidlice	břidlice
514,5	280,0	317,0	530,0	530,0

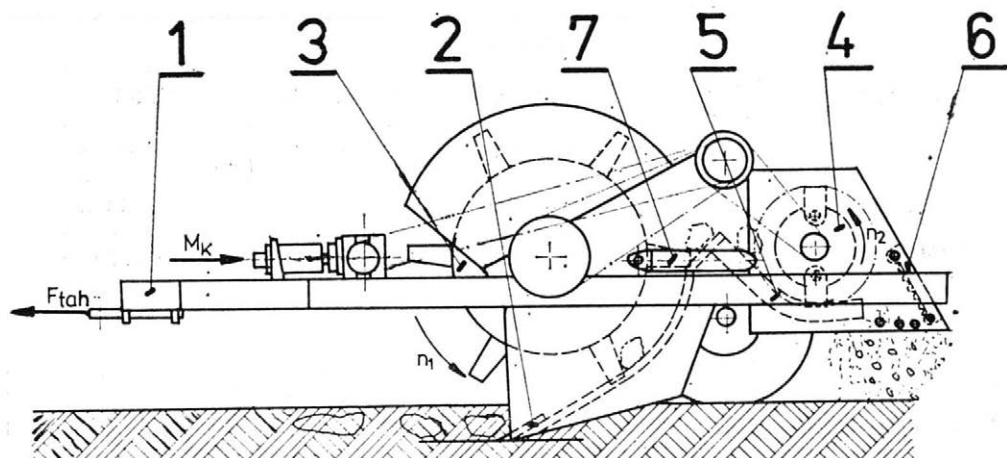
v % hmotnosti frakci

19,7	15,00	16,7	neměřeno	neměřeno
14,6	12,00	11,9	neměřeno	neměřeno
44,4	32,35	32,6	54,1	54,1
10,2	32,95	16,4	17,4	17,4
11,1	7,70	22,4	28,5	28,5

SDKP 170-2	SDKP 170-2	SDKP 170-2	PB9-015	SDKP 170-3
Z 12011	Z 8011	Z 8011	Z 8011	Z 8011
I. red.	I. red.	I. red.	I. red.	I. red.
1,69	1,65	1,90	1,70	1,50
100	100	110	150	150
0,28	0,27	0,323	0,289	0,255
73,5	28,5	48,5	147,0	169,0

v % hmotnosti frakci

45,7	42,0	31,0	neměřeno	neměřeno
29,7	23,3	21,4	neměřeno	neměřeno
24,6	34,7	43,6	100,0	95,8
—	—	4,0	—	4,2
—	—	—	—	—
85,7	89,8	84,7	72,2	68,1



4. Funkční schéma sběracího drtiče SDKP 170-3 s aktivní separací — Functional diagram of SDKP 170-3 stone-collecting crusher with active stone separation

1 — rám, 2 — prosévací rošt, 3 — hrabivé kolo, 4 — kladivový rotor, 5 — rošt drtiče, 6 — odrazná deska, 7 — hydraulický válec

Sběrací drtiče s aktivní separací

Aby bylo možné odstranit některé uvedené nedostatky, je třeba sběrací drtiče kamenů vybavit aktivním sběracím a separačním zařízením. Tím se zvýší výkonnost drtiče a podstatně sníží energetická náročnost. Ve VÚZT byl ověřován funkční model označený SDKP 170-3, vybavený aktivním sběracím a separačním ústrojím rotačního typu obdobné konstrukce, jaká je používána u sběračů kamene v zahraničí. Funkční schéma stroje je znázorněno na obr. 4. Hlavními celky stroje jsou rám s podvozkem, sběrací prosévací rošt s radlicí, hrabivé kolo, kladivový odrazový drtič, převodové a hydraulické zařízení.

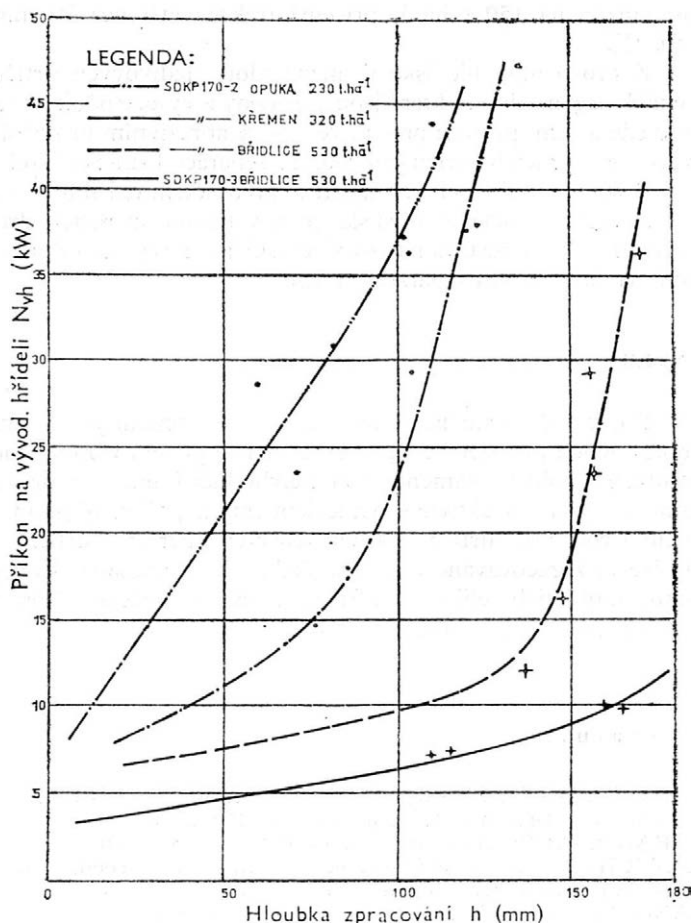
Při práci jsou kameny se zemínou podávány pevnou radlicí roštu a hrabivým kolem na prutový rošt. Tam se zemina intenzívně prosévá a odseparované kameny jsou vhazovány do pracovního prostoru kladivového drtiče. Kameny jsou drceny úderem kladiv na roštu a dodrceny na odrazové desce, na kterou jsou vrhány velkou rychlostí.

Hlavní předností tohoto sběracího drtiče je, že se do jeho pracovního prostoru dostává minimální množství zeminy. To znamená, že kinetické energie kladivového rotoru drtiče je využito jen na drcení kamenů. Sběrací orgány, které mají malou obvodovou rychlost, nepoškozují půdní strukturu a lze je použít i na půdách s menším obsahem skeletu. Energeticky je sběrací drtič tohoto typu téměř o polovinu méně náročný při stejných podmínkách. Závislosti příkonu sběracích drtičů obou typů na hloubce zpracování, druhu kamene a kamenitosti jsou znázorněny na obr. 5. Průběh tahového odporu a odběru krouticího momentu je u tohoto typu rovnoměrnější. Podmínky a výsledky zkoušek sběracích drtičů jsou uvedeny v tab. I a II.

DISKUSE

Kvalita práce obou typů sběracích drtičů byla přibližně stejná. Při polních zkouškách se dosahovalo radikálního snížení kamenitosti ve zpracovávané vrstvě ornice (obr. 6). Např. při původní kamenitosti pozemků 530 t kamenů na hektaru o velikosti frakcí od 30 mm výše se 46 % kamenů větších než 70 mm se po přejetí sběracím drtičem kameni-

5. Závislosti příkonu sběracích drtičů na hloubce zpracování ornice — Dependences of energy input of stone-collecting crushers on the depth of the cultivated soil layer



6. Rozdrcením kamenů na půdách silně kamenitých vzniká kvalitnější ornice. Vlevo je vidět ornice po zpracování, vpravo před zpracováním — The crushing of stones on stony land provides a higher-quality topsoil. On the left — cultivated topsoil, on the right — topsoil prior to cultivation



tost snížila na 150 t.ha⁻¹, přičemž frakce větší než 70 mm se téměř nevyskytovaly (tab. II).

Z provozního hlediska je nevýhodou kladivových drtičů vysoké opotřebení pracovních orgánů drtiče, které jsou vyrobeny z vysoce odolných materiálů, nebo navařovány tvrdokovem, protože pracují ve vysoce abrazivním prostředí. Opotřebení se projevuje zvláště u sběracích drtičů bez aktivní separace kamenů. Volba materiálu těchto orgánů z hlediska zvýšení jejich životnosti je předmětem dalšího ověřování.

Z agrotechnického hlediska je nevýhodou sběracích drtičů s aktivní separací, že rozdrčený skelet zůstává na povrchu orniční vrstvy a není promísen s ornicí jako u sběracích drtičů s pasivní separací kamene.

ZÁVĚR

Rozdrčením kamenů se na půdách silně kamenitých s kameny zvětřavajících hornin urychlí jejich přirozený rozpad a nesníží se přitom výrazně mocnost orniční vrstvy. Pro zdrobnění polních kamenů jsou nejvhodnější úderové drtiče. Sběrací drtiče polních kamenů, vybavené aktivní separací kamenů, nepoškozuji půdní strukturu a jsou energicky méně náročné než drtiče s pasivní separací. Sběracími drtiči s kladivovým drticím ústrojím lze ve zpracovávané vrstvě radikálně snížit množství kamenů větších než 30 mm redukováním jejich velikostí na frakce, které již nepřekážejí při dalších zemědělských pracích a nepoškozuji zemědělské stroje.

Literatura

- BILLOT-DALLEINE: Bulletin d'information du CNEEMA, 1977, č. 230-231, s. 41-69.
HOLEC, H.: Drcení a třídění kamene. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1959.
LABAHN, O.: Ratgeber für Zement-Ingenieure. 1970.
PANOCH, J.: Zúrodnění kamenitých půd. [Závěrečná zpráva Z-1019.] Praha Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1973.
PANOCH, J.: Technika odstraňování kamenů z polí. [Průběžná zpráva Z-1488.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1978.

Došlo dne 2. 4. 1980

МАЙЕР, В. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Дробление камней в поле. Земед. Техн., 27, 1981 (3): 129-141.

На основе теоретического анализа и экспериментально проверяли элементы конструкции, функциональную и эксплуатационную пригодность камнедробилок-подборщиков. Далее определяли их энергоёмкость и качество работы. Указаны преимущества и недостатки работы отдельных типов камнедробилок-подборщиков. Экспериментальная проверка показала, что с помощью камнедробилок-подборщиков с молотковым дробильным аппаратом можно уменьшить количество более крупных чем 30 мм камней, находящихся в обрабатываемом слое, в среднем на 80 % в противовес первоначальному количеству. Это происходит за счёт редукции величины фракций до такого размера, что они не мешают при исполнении последующих сельскохозяйственных работ и не повреждают сельскохозяйственных машин. Энергетические измерения показали, что камнедробилки-подборщики могут быть без сепарации использованы только для поверхностного удаления камней из почв до максимальной глубины обработки 100 мм на более легких почвах. На большей глубине обработки непомерно возрастает расход энергии на обработку почвы и снижается эффективность дробления. Потребность энергии у камнедробилок-подборщиков с сепарацией грунта почти наполовину меньше, и ход нарастания потребности в энергии в зависимости от глубины обработки

умеренное. Таким образом последние дают возможность достигнуть большей глубины обработки пахотного слоя при той же затрате энергии.

удаление камней из почв; удаление камней из поверхностных пахотных слоев; дробление камней; камнедробилки-подборщики; функция рабочих органов; качество работы дробилок; энергоёмкость дробления

MAYER, V. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Crushing of Stones in the Field*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 129-141.

The structural elements, function and operational qualities of stone-collecting crushers were verified by theoretical analysis and experimental investigation. Energy consumption and quality of work of the machines were studied. Advantages and shortcomings of different types of stone-collecting crushers are given. Experimental investigation showed that crushers with hammer crushing mechanisms reduce the number of stones larger than 30 mm by roughly 80 % in the surface layer so that they do not hamper agricultural operations and do not cause damage to agricultural machinery. Energetic measurements showed that stone-collecting crushers without preseparation of stones could be used for removal of stones from layers to a maximum depth of 100 mm, in light soil types. At larger depths, excessive growth of energy consumption and lower effectiveness of crushing were observed. Stone-collecting crushers with separation of earth from the stones are noted for an almost 50 % energy consumption, and the increment of energy consumption is more moderate with the increasing layer of soil. The machines are more suitable for cultivating deeper layers of topsoil at an identical consumption of energy.

removal of stones from soil; removal of stones from topsoil; crushing of stones; stone-collecting crushers; function of working elements; quality of work of stone crushers; energy consumption of stone crushing

MAYER, V. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy): *Steinbrechen auf dem Felde*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 129-141.

Durch theoretische Analyse und auf dem Experimentalwege wurden Bauteile, die funktions- und betriebsgerechte Eignung der Sammelsteinbrecher überprüft. Ferner wurde deren Energieaufwand und Arbeitsgüte ermittelt. Es werden Vor- und Nachteile der Arbeit einzelner Typen von Sammelbrechern angeführt. Eine Experimentalüberprüfung ergibt, daß man mittels Sammelbrecher mit Hammerbrechvorrichtung den Anteil der in der zu bearbeitenden Schicht enthaltenen Steine über 30 mm im Vergleich zu dem ursprünglichen Steinanfall durch die Reduzierung der Fraktionsgrößen so verringern kann, daß sie weitere landwirtschaftliche Arbeiten nicht behindern und Landmaschinen nicht beschädigen. Energiemessungen ließen erkennen, daß die Sammelbrecher ohne Steinvortrennung nur für die Entsteinung der Bodenoberfläche bis zur Bearbeitungstiefe von 100 mm auf leichteren Böden eingesetzt werden können. Bei größeren Bearbeitungstiefen steigt unproportional der Energiebedarf für die Bodenbehandlung an und der Brechwirkungsgrad wird gesenkt. Die Sammelbrecher mit der Stein-Erde-Trennung weisen einen so gut wie halben Energiebedarf auf und der Verlauf des Anwachses des Energiebedarfes in Abhängigkeit von der Bearbeitungstiefe ist mäßiger. Man kann daher damit bei dem gleichen Energiebedarf größere Tiefe der Krumenbearbeitung erzielen.

Bodenentsteinung; Entsteinung der Oberflächen-Krumenschichten; Steinbrechen; Sammelsteinbrecher; Funktion der Arbeitsorgane; Arbeitsgüte der Brechmaschinen; Energieaufwand des Brechprozesses

Adresa autora:

Ing. Václav Mayer, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha - Řepy

Vážení čtenáři!

Upozorňujeme Vás, že Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství vydává v roce 1981 v řadě

„Studijní informace – Zemědělská technika“

7 titulů v ceně Kčs 122,—.

Získávání a využití bioplynu	Kčs 20,—
Transformace sluneční energie	Kčs 17,—
Vybírání silážních prostorů	Kčs 17,—
Možnosti úspory energie v zemědělství . . .	Kčs 17,—
Porovnání vybraných čs. a zahraničních zemědělských strojů a traktorů	Kčs 17,—
Sklizeň a manipulace ovocem a zeleninou . .	Kčs 17,—
Technologie dlouhodobého skladování sadby při nízkých teplotách	Kčs 17,—

Objednávky jednotlivých prací i celé řady vyřizuje

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
odbyt

Slezská 7

120 56 Praha 2

ROZBOR TECHNOLOGICKÝCH ZPŮSOBŮ ZPRACOVÁNÍ KEJDY PRASAT

K. Bláha, M. Ruml

BLÁHA, K. — RUML, M. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Rozbor technologických způsobů zpracování kejdy prasat*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 143-156.

Vzhledem k důležitosti řešení otázky zpracování odpadů živočišné výroby podává příspěvek rozbor ověřených operací tvořících technologické linky pro zpracování kejdy prasat a posuzuje jejich vhodnost. Rozebírá hlediska, která je nutno brát v úvahu při tvorbě technologií. Zabývá se využitím fyzikálních, termických, chemických a biologických metod zpracování prasečí kejdy. Dále je uveden přehled perspektivních technologií, které jsou předmětem základního a aplikovaného výzkumu u nás i v zahraničí.

kejda prasat; technologie zpracování kejdy prasat; využití kejdy prasat; ochrana životního prostředí

Zpracování odpadů živočišné výroby, zejména kejdy prasat, je předmětem rozsáhlých výzkumných prací na celém světě. Objekty se zástavem nad 5000 kusů poskytují kontinuálně značná množství kejdy, jež není vždy agrotechnicky využitelná v určitých ročních obdobích. Proto vznikají požadavky na technologii jejího skladování, nebo se vypracovávají varianty, jak změnit její fyzikálně-biologické vlastnosti. Technologické způsoby manipulace s kejdou jsou určovány geografickými, ekonomickými a jinými faktory, z nichž nejdůležitější je hustota osídlení. Státy s rozsáhlým územím, s nízkou hustotou osídlení, s extrémními klimatickými podmínkami nebo s bohatým slunečním zářením mohou zvolit technologie nenáročné, charakteru spíše likvidačního. Tato forma je u nás stále nemožnější, skutečná likvidace nepotřebných odpadů je značně složitá a ekonomicky poměrně náročná (spalování). Náš technický vývoj nutí vypořádat se s klasickým způsobem využití hnojivých vlastností kejdy, zabezpečit aplikační techniku v polní produkci a systematicky ověřit a hledat netradiční formy jejího zpracování. Urychlené zvládnutí tohoto problému vyžaduje mezinárodní spolupráci států se stejnými provozními potížemi a se stejnými kritérii pro otázky životního prostředí.

Účelem článku je podat kritický rozbor již ověřených operací tvořících technologické linky, podat stručnou syntézu jejich vhodnosti a zaujmouti kritické stanovisko k vyvíjeným technologiím, zejména k hlediskům, jež budou určující pro jejich použití.

HLEDISKA TVORBY TECHNOLOGIÍ

SPOLEČENSKO-EKOLOGICKÁ HLEDISKA

Společnost má zájem na růstu životní úrovně obyvatel, staví požadavky na výrobu masa a podmiňuje je ukazatelem produktivity práce, jehož výsledkem jsou velkochovy. Současně má eminentní zájem na udržení nezávadného životního prostředí, jež by mohlo být ohroženo neověřenými technologiemi. Proto společnost formuluje podmínky a zásady výroby, schvaluje jejich provedení a formou subvencí by měla uhradit vícenáklady způsobené volbou nákladnější technologie, stojící na kvalitativně vyšším stupni. Ekologickým kritériem je zásada nepřekračovat koncentrace zvířat nad hodnotu 2800 DJ na jednom objektu spojeném s půdním fondem nebo nepřekračovat zatížení půdy 1,0 až 3,4 DJ · ha⁻¹ podle diferencovaných výrobních oblastí. Při průmyslovém chovu zvířat není plně počítáno s aplikačním půdním fondem a technologie musí být jiné, zaměřené na konečný produkt neohrožující životní prostředí. Pro volbu technologie je zvláště důležitá otázka pracovních sil, neboť již dnes vznikají potíže s obsluhou strojů pro zpracování kejdy.

ENERGETICKÁ HLEDISKA

Při posuzování vhodnosti navrhované technologie budou mít energetická hlediska stále vyšší platnost. To platí o všech formách energie. Kritický rozbor nevyužitých zdrojů tepelné energie ukazuje na možnosti využití odpadního tepla z kompresorových stanic ropovodů, popř. jiných zdrojů poskytujících lacinou energii pro sušárenskou techniku, odparkové stanice apod. Četné materiály, dokonce i sláma, skrývají v sobě energetický zdroj. Hodnota 1 g stravitelné celulózy se téměř rovná energii škrobu — 17,5 KJ. Při výkrmu býků je možné uhradit 33 až 55 % celkové energetické potřeby zvířat zkrmováním výlisků získaných z kejdy prasat. Podobný nutriční význam mají pokusy s řasami, fotosyntetickými baktériemi a s využitím larválního stadia hmyzu pro získání cenných bílkovin. Čistě energetickou koncepci mají pokusy s výrobou bioplynu, topných olejů ze slámy nebo kejdy pomocí vysokých tlaků a teplot. Získaný olej má vysokou kalorickou hodnotu a příznivé parametry obsahu síry.

VETERINÁRNÍ A HYGIENICKÁ HLEDISKA

Obě hlediska vycházejí ze stejného názoru, že odpady se nesmí stát zdrojem přenosu nakažlivých chorob ohrožujících člověka nebo chovná zvířata. Zatímco veterinární hlediska jsou zaměřena spíše na vlastní chovy a okolí, hygienické aspekty tyto souvislosti doplňují v širším pohledu na danou problematiku. Je příznačné, že názory na stejnou problematiku nejsou vždy na celém světě shodné, zejména v oblasti recyklace.

VODOHOSPODÁŘSKÁ HLEDISKA

Požadavky na čistotu našich toků tvořících střechu Evropy jsou značně propracované a jsou zakotveny v četných legislativních předpisech a nařízeních. Z tohoto hlediska se chrání nezávadnost nejen vlast-

ních toků, ale i zdrojů. Jsou vytvořena určitá pásma, která udávají, zda je možná aplikace kejdy a jakou formou, popř. dávkou. Do této kategorie patří i systematické sledování kvality vod z určitých denudačních území.

TECHNOLOGICKÁ HLEDISKA

Syntézou všech uvedených hledisek je volba technologie. Je nutné konstatovat, že nebyl dosud dosažen nutný technický předstih v zabezpečení mechanizačních prostředků pro manipulaci s odpady živočišné výroby, který by umožňoval dostatečný výběr pro variantní sestavu příslušné linky. Úseku statkových hnojiv se nevěnovala náležitá pozornost, přestože celoroční produkce kejdy je 9 miliónů tun. Dále je možné konstatovat, že technologie jsou předem ovlivněny určitou proporcionálností druhů a kategoriemi chovných zvířat. Z ekonomického hlediska nepatří výkrm prasat mezi nejefektivnější chovy jak z národního, tak z celosvětového hodnocení. Řešením této otázky je zařazení objemných krmiv do krmných dávek nebo recyklace určitého podílu odpadů po technologické úpravě ve výkrmu skotu.

ROZBOR JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGICKÝCH OPERACÍ

HOMOGENIZACE

Tato operace slouží v přejímkách a v skladovacích jímkách k dokonalému rozmíchání suspenze organické hmoty, nebo k promíchání aplikovaných chemických látek určených k dezinfekci. Je jedinou obranou proti sedimentaci při požadovaném skladování po dobu 90 dnů. Mimo vlastní funkci je stejně důležitá také aerace materiálu, přispívající k mineralizaci a částečné dezodoraci kejdy. Užívají se zařízení pracující na principu mechanickém, hydraulickém či pneumatickém. U nás jsou k dispozici pouze hydraulická čerpadla s kombinovanou funkcí, klasickým zástupcem je zařízení vývojové řady Mix. Pracuje s příkonem okolo 15 kW, homogenizace je omezena určitým objemem, který se pohybuje od 300 do 1000 m³ podle charakteru kejdy. V požadovaných skladovacích prostorech je nutné opakované osazení těmito stroji. Z mechanických míchadel se osvědčil ve výzkumu funkční model lopatového míchadla vertikálního provedení, určený pro zemní jímky obdélníkového půdorysu s objemem do 500 m³. Užívá se dvou jednotek a pro zvýšení účinnosti míchání se instaluje podélná stavební přepážka jímky, ukončená asi 1 m od boční stěny. Míchadlo má jednoduchou konstrukci, bylo vyrobeno v četných případech svépomocí. Lze je automatizovat, spotřeba elektrické energie dosahuje pro dvě jednotky 3,5 až 5,8 kWh. Dalším vyvíjeným funkčním modelem je mřížový homogenizátor s pracovními orgány (pruty), jež kopírují tvar jímky lichoběžníkového průřezu. Posun se děje pomocí pojezdových kol a vedení na dráze v koruně jímky. Pohon je lanový, s automatickou změnou směru jízdy. Toto zařízení čeká na provozní odzkoušení. Určitou variantou pro hustou kejdu je funkční model šnekového homogenizátoru mobilního provedení o pracovní délce 15 m. Je určený pro zemní jímky se spádovými bočními stěnami pod úhlem 45°. Pracovní orgány jsou ovládány hydraulicky, pojezd se uskutečňoval po

kolejnicové dráze, perspektivně budou volena jiná provedení. Jeho výkonnost při vyprazdňování kejdy zahuštěné nehašeným vápnem o sušině 19 % dosahovala 14 až 24 m³ · h⁻¹. Čtvrtou variantou — pouze koncepčně předpokládanou — je kompletní zařízení vyráběné pro dosazovák typu T4 (výrobce KS Brno). U zařízení jsou nutné některé strojní a stavební úpravy, aby se splnil technologický požadavek na využití organických látek pro hnojně účely. Usazovák o Ø 30 m by objemově odpovídal nadzemním věžím typ Vítkovice o Ø 18 m a výšce 7 m. Využití těchto zařízení by vneslo do zemědělské výstavby jímek progresivní prvek.

ROZMETÁNÍ KEJDY

Rozmetání kejdy je nejrozšířenější operací při využití kejdy pro rostlinnou výrobu. Má své opodstatnění z hlediska koloběhu živin a jejich přirozeného návratu do půdy. Po funkční stránce jsou dnešní rozmetadla založena na využití odstředivých sil nebo na udělení vyšších výtokových rychlostí, což je dáno průměrem vystřikovací hubice, s pracovním záběrem do 15 min. Zmenšení počtu nepříznivých pojezdů po poli je možné řešit teoreticky zvýšením šířky aplikačního záběru. Tento parametr by byl těžko zajistitelný mechanickými orgány lopatkového tvaru a vakuokompresory; vhodnější jsou čerpadla, zejména šnekového provedení. Poslední zařízení je však poruchovější vzhledem k cizím předmětům v kejdě. Větší pracovní záběr však povede k větším ztrátám dusíkových forem v kejdě a k znečištění atmosféry zápachovými složkami. Druhou technickou variantou, jak odstranit nežádoucí změny fyzikálních vlastností půdy, je montáž nízkotlakých pneumatik, popř. plných pneumatik. Flotační provedení však vyžaduje, aby se respektovaly podmínky jejich použití vysloveně na měkké podložce, na rozdíl od provedení plného, které není tímto ukazatelem omezeno, ale nemá požadované vlastnosti. Spojením agrotechnických požadavků s technickým řešením je možné dospět k perspektivnímu uspořádání rozmetadla. Je to nástavba rozmetadla na samojízdném podvozku o objemu nádrže 10 m³ opatřeném pneumatikami umožňujícími pojezd na poli za všech povětrnostních podmínek bez agrofyzikálních poškození. Jednotka bude schopna čerpat kejdu z polních odlehčovacích nádrží, nejlépe fóliového typu, bude pracovat s malým aplikačním radiem podmiňujícím vysoké parametry výkonnosti a produktivity práce. Budování polních skladů má stejný význam jako dnes již přijímaná zásada výstavby polních hnojišť. Předpokládá se minimální užitkový objem jímky 3000 m³, vlastní fólie je u nás zatím ve vývoji (na rozdíl od sousedních států, zejména NDR). V zahraničí se pro tyto účely také vyplňují jímky zeminou s podílem 30 až 40 % jílu. Výstavba u nás naráží na odpor stavitelů pro údajnou nemechanizovatelnost prací. Další variantou řešení je využití zkušeností s látkami se stabilizačními vlastnostmi zemin.

Z koncepčního hlediska je nutné dělit celou dopravu hnojení na silniční a polní. První část bude zajišťována automobily nebo tahači; předpokládá se použití kyvadlové dopravy s nasazením odstavitelných sedlových přepravníků o objemu až 25 m³. Tyto jednotky budou také zásobovat maloobsahová rozmetadla jednak gravitačním způsobem, jednak s nuceným vyprazdňováním. Stejná technika bude zajišťovat i plnění polních odlehčovacích jímek.

V zahraničí se z hygienických důvodů používá na hnojení kejdou tlaková injektáž do půdy. K tomu účelu se adaptují zapravovací rámy se soustavou pracovních orgánů (převážně radliček nebo nožů). Umísťují se na podvozek rozmetadla nebo na třibodový závěs traktoru. Funkčně jsou určeny na plošný záběr do 3 m bez kultury. Byla ověřena také aplikace kejdy v řádcích během vegetace do výšky porostu 0,7 m; při tomto způsobu je však porost často mechanicky poškozen a jsou značné potíže s doplňováním kejdy. Regulace průtočného objemu kejdy je problematická, dávkování se pohybuje okolo $60 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, což je hodnota nepatrně pod optimálním dávkováním. Ani jedna zapravovací jednotka se neobejde bez jednotky zásobovací, jiné řešení napojení na rozvod hydraulického potrubí kejdy je pro velkovýrobu nevhodné. Rovněž zde se uplatní samojízdná jednotka s tlakovým zapravením, ovládaná přímo z kabiny řidiče, který může volit libovolně obě dvě techniky hnojení. U nás se vyrábí zapravovací jednotka pro rozmetadlo NVPFT-8 a RVT-4,5. Energetická měření prokázala, že jednotka odebírá při záběru 3 m a při šesti radličkách 25 až 34 % instalovaného výkonu motoru traktoru Z-8011 (při rychlosti 3–8 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$).

ZÁVLAHA KEJDOU

Porovnáme-li dosažené výsledky hospodaření v podhorských a horských oblastech s výsledky v zahraničí, vidíme, že jsme na tomto úseku zaostali. V poslední době se výzkumně zabýváme závlahou kejdou s tradičním ředěním vodou. V zahraničí jsou dlouhodobé pokusy s kejdou surovou, separovanou s použitím moderní závlahové techniky. I když metodické pokyny MZVŽ pro závlahy počítají s aplikací kejdy pouze u speciálních kultur (chmelnice, vinohrady, sady), nejsou zjevné překážky při jejím použití na ostatní plodiny, jež nejsou určeny k přímé konzumaci lidí, nebo s respektováním časových lhůt pro krmení zvířat. Perspektivní jsou podpovrchové závlahy, využívající syntetických trubek opatřených výtakovými otvory o velikosti 3 mm, chráněných před ucpáním převlečnými maticemi. Z hlediska separace kejdy je vhodné využití tekuté frakce, obsahující příznivý obsah základních a stopových živin, kterou není nutné ředit další vodou, jež mnohdy ani nebývá k dispozici. Zahraniční koncepce závlahových nádrží je shodná s výstavbou polních jímek. Z ustajovacího objektu je možné dopravovat fugát do závlahových řádů hydraulicky, v ostatních případech zůstává při kolové dopravě, nebo se tyto způsoby kombinují.

KOMPOSTOVÁNÍ — ZAHUŠŤOVÁNÍ KEJDY

Účelem kompostování je změna poměrně nepříznivých vlastností kejdy, umožňující její využitelnost a lepší přístup živin nepodléhajících běžným ztrátám. U nás nedosahuje potřebné kvality ani kvantitativně, jak by to význam a situace vyžadovala. Základní příčinou je nedostatek nasávacích materiálů podmiňujících průběh biologického procesu. S rašelinou a hentonitem nelze dále počítat. Nedostávají se však ani základní mechanizační prostředky, které jsou předpokladem pro snížení výrobních nákladů a pro kvalitu prací. Jde zejména o překopávač kompostů,

popř. o jednotky na zahuštění kejdy vápnem. Nehašené vápno bylo provozně ověřeno při aplikaci pneumatickou cestou pod hladinu kejdy skladované v zemi jímce o spádových bočních stěnách se sklonem 45°. Každá tuna vápna v objemu 300 m³ kejdy zvyšuje sušinu kejdy z počáteční hodnoty 12,7 % lineárně o 0,45 % až do konečné sušiny kolem 30 %. Vyšší vstupní sušiny bylo dosaženo dekantačním způsobem, odčerpáním odsazené vody — ve srovnání se stavebně řešenými přepadovými hradítky v koruně nádrže, jež nefungovaly z důvodu koroze. Organovápenatý produkt vykazuje ztrátu asi 30 % dusíku, má tixotropní vlastnosti, jež nejsou technologicky na závadu. Proces ovlivňuje růst některých mikrobiálních kmenů, materiál je podstatně dezodorován. Provozní náklady na aplikaci vápna činí asi 30 Kčs . m⁻³ bez dopravy; hlavní položku tvoří prodejní cena vápna. Výsledný organovápenatý produkt je vhodný jako plnidlo do kompostů, lze ho také rozmetat po poli standardními rozmetadly. V zahraničí je k dispozici stacionární zařízení pro zahušťování kejdy vápnem. Tvoří je typové zásobníky vápna a soustava šnekových dopravníků. Vlastnosti výsledného produktu byly předmětem výzkumného ověření.

Stejně zaměřeni mají výzkumy zahuštění kejdy řezanou slámou. Určitých dílčích výsledků bylo dosaženo s použitím rotačního bubnu směřujícího oba materiály v určitém poměru. Předmětem hodnocení jsou chemicko-biologické vlastnosti takto získaného hnojiva.

SEPARACE

Dekantační odstředivky

Jejich ověření prokázalo dobré funkční vlastnosti u kejdy se sušinou okolo 5 %, odpovídající konzistenci ve velkoprovozech. Získaný sediment má sušinu 25 až 30 %. Tekutý podíl má sušinu kolem 3 %, je silně zpěněný, a tudíž silně zapáchající. Spotřeba kompletní linky činí 4 kWh . m⁻³, zařízení jsou náročná na údržbu, obsluhu, jsou značně poruchová v automatických prvcích. Zařízení vyžadují výstavbu separátorovny a oddělené místnosti pro obsluhu vzhledem k hlukové kulise a zápachu. Provozní náklady se pohybují při 4000 až 6200 hodinách od 26 do 19 Kčs . m⁻³, výkonnost se pohybuje kolem 11 m³ . h⁻¹, dělicí poměr bývá 50 až 70 %. Jde o stroje s krátkou životností, u nás se nebudou vyrábět.

Odkalovací odstředivky

S těmito stroji, určenými pro oddělení jemných podílů organické hmoty, nemáme vlastní provozní zkušenosti. V poloprovozních testech ukázala zahraniční talířová vystřelovací odstředivka BRPX schopnost oddělit převážný až úplný podíl kalu z fúgátových vod, což bylo závislé na použitém flokulačním prostředku. Zvolený typ se však k těmto účelům nehodí pro nutnost demontáže a soustavného čištění pracovních orgánů. Proto je nutné se v případě technologické potřeby orientovat na zařízení šneková. Vývoj filtrační odstředivky nebyl ukončen pro nízkou výkonnost, funkční nedostatky a určitý nezáměr výrobce.

Spádová scezovací síta

Původní provedení určené pro potravinářský průmysl se nehodilo k separaci kejdy. Došlo proto k vývoji těchto sít v řadě zemí, dnes se vyrábějí síta v různém provedení — jak kovová, tak ze syntetických materiálů. Liší se mezerovitostí kovových pásků; pro kejdu prasat se užívá rozměr 0,75 mm, vlastní šířka nepřesahuje 1000 mm. Výkonnost s kejdou o sušině 5 % dosahuje kolem $8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, [Consolidator, fy Vickers] (Bláha, 1979, 1980), fugáty mají sušinu pod 1 %, jsou nezpěněné a prosté zvýšeného zápachu. Zařízení nevyžadují velký obezděný prostor, vlastní separace nevyžaduje energie, kromě plnicího čerpadla. Sediment ze síta má nižší sušinu (kolem 12–15 %), a proto je třeba počítat s prostorem umožňujícím odvod přirozeně vytěsněné vody. Je možné připojit lisovací jednotku, čímž získáme sušinu výlisku stejnou jako od odstředivek. Provozní náklady u spádových sít s lisovací jednotkou (Consolidator) dosahují částky 3,0 až 5,7 Kčs. $\cdot \text{m}^{-3}$, měrná spotřeba elektrické energie 0,54 až 0,35 kWh $\cdot \text{m}^{-3}$, dělicí poměr bývá 60 až 85 %.

Vibrační separátory

Zařízení tohoto typu bylo u nás vyráběno pod označením OPV-10, v praxi se však neosvědčilo pro nízký dělicí poměr a krátkou životnost použitých sít, která nesnášela účinky vibrace. Sediment dosahoval v příznivých funkčních obdobích stejné hodnoty jako u odstředivek, výkonost byla 6 až 10 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. V zahraničí je vibrační způsob čteně využíván u separátorů nejrůznějších provedení.

Sedimentační nádrže

Kladně byly ověřeny zemní jímky se spádovými bočními stěnami pod úhlem 45° , s přepadovou hranou v koruně, kde se oddělovala tekutá frakce od organického podílu kejdy. Touto metodou, kombinovanou s odčerpáním odsazené vody, se kejda zahušťuje ze 2 % na $15,7 \pm 4,6$ % sušiny. Oddělená část je odváděna kanalizačním potrubím do skladovací nádrže s určením pro závlahy, nebo je podrobena následným čistírenským metodám. Sediment z kejdy je ze dna vyskladňován šnekovým dopravníkem o průměru 220 mm, se stoupáním 220 mm při 1,0 až 1,7 ot. $\cdot \text{min}^{-1}$.

Lisování

Lisování je obvykle zařazeno do technologické linky pro separaci kejdy. Má se jím dosáhnout vyšší sušiny sedimentu. Volí se většinou zařízení šneková nebo pístová, popř. lisy, které se používají v potravinářském průmyslu. Vinařské lisy bulharského původu jsou krátkodobě schopny dosáhnout sušinu výlisku nad 40 %. Konstrukce mačkáčích komory je však pro tyto účely nevhodná, dochází k přetlakům v lisovací komoře, které přesáhnou instalovaný výkon elektromotoru. U anglického separačního zařízení Consolidator je síto doplněno hydraulickým vratným pístem, spádové síto z NDR SP304/12 šnekovým lisem. Účelem lisování je získat vyšší sušinu, což vede k úspoře energie při termickém zpracování. Lisovaný materiál vyžaduje menší skladovací prostor a není napadán mikroflórou v takové míře jako ve výchozím stavu.

Filtrace

Studie z VÚCHZ Brno dokládá obtížnost filtrace kejdy nebo fugátu. Podobně i pracovníci výzkumné základny Solo Sušice po laboratorních testech konstatovali, že není možné dosáhnout lepší filtrovatelnosti ani u samotné kejdy, ani po úpravě vápnem, použije-li se vakuový filtr. Rovněž Výzkumný ústav organických syntéz v Pardubicích - Rybitví dospěl k závěru, že je třeba vyloučit použití tkaniny jako přepážky k filtraci a doporučil rotační bubnový filtr (který je možné čistit), na kterém by se mohlo dosahovat teoretické sušiny 20 %. Tato hypotéza nebyla v provozu ověřena jednak pro pracovní kapacitu pracoviště, jednak pro nedostupnost zkušebního zařízení.

Naše výzkumy v oblasti kalolisů byly laboratorní, s různou předúpravou kejdy elektrárenským popílkem v poměru 1:1 až 1:0,5 před filtrací. Sušinové koláče po této úpravě dosahovaly hodnot kolem 40 až 45 %, byly zcela konsistentní a zbavené zápachu. Provozní zavedení do praxe narazilo na skutečnost, že popílek je úmyslně zkrácen před dopravou.

Flotace

Jde o technologickou úpravu užívanou v různých sektorech národního hospodářství (např. rafinace rud). Podobně se teoreticky uvažuje o ověření vzhledu organických látek koloidního charakteru proudem jemně rozděleného vzduchu ze suspenze na její povrch, kde by mohly být mechanicky odstraněny. Údajně lze očekávat až 80 % odloučení. Tento způsob jsme dosud neověřovali. Při flotaci s magneticky upravenou vodou by efekt měl být ještě vyšší.

Ultrazvuk

Použití ultrazvuku přichází v úvahu díky jeho specifickým účinkům na urychlení a dokonalejší sedimentaci organických látek, které jsou neustále ve vzhledu suspenze kejdy. Způsob nebyl dosud ověřen, je třeba rovněž hodnotit energetickou otázku a ochranu zdraví.

TERMICKÉ METODY

S rozvojem sušárenství ve světovém měřítku došlo i k sušení odpadů živočišné výroby ať již pro výrobu koncentrovaného hnojiva, nebo krmiva, většinou na komerční bázi. K těmto účelům jsou vyráběny četné typy sušáren, některé k nám byly importovány. Investiční náklady se u nich pohybují od 556 do 1919 Kčs na jedno ustájené zvíře, provozní náklady se pohybují od 1,13 do 1,59 Kčs na ustájený kus. Kejda, a zejména kejda prasat, je obtížně zpracovatelná, čehož důkazem je neukončený vývoj univerzální sušárny v ČSSR. Sušárny kejdy přicházejí v úvahu v extrémních případech, kdy ostatní technologie by nebylo možné uplatnit, jelikož by ohrožovaly životní prostředí.

Kromě klasických sušáren byla výzkumně v laboratorních a polo-provozních podmínkách ověřena možnost termického zahuštění tekuté frakce odseparované kejdy na třístupňové odparkové stanici. Dva stupně

tvorily principy splývajícího filmu, poslední stupeň zajišťovala filmová rotorová odparka. Technologickým požadavkem bylo zachovat maximální množství dusíkatých látek v produktu. Tomu odpovídala teplota, tlak a délka zdržení media. Vstupní koncentrace sušiny je 1 až 25 %, výstupní sušina činí 50 %, přičemž hranice 25 % sušiny limituje mez tekutosti. Získaná zahuštěná hmota obsahovala kromě jiných sloučenin mastné kyseliny a asi 15 aminokyselin. Brydové vody byly mléčné zakalené, obsahovaly pouze kyseliny a stopová množství chlóru a PO_4^{3-} . Procesem se odstraní anorganické látky, mastné a vyšší kyseliny, jejichž deriváty jsou nositeli zápachu. Odparková stanice tohoto provedení pracuje energeticky úsporněji než klasické sušárny, předpokládá se spotřeba asi $2,04 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ odpařené vody, provozní náklady byly odhadnuty částkou asi $47 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1}$ odpařené vody. Technologicky je vhodná, protože poskytuje po úpravě odpadní vody s vyššími parametry vypustitelnosti než ověřované čistírny kejdy městského typu. Neznečišťuje provozné atmosféru a může poskytnout produkt, jenž obsahem živin a vitamínů poskytlne krmný efekt. Ověřovací krmné pokusy prokázaly při 5% úhradě standardní krmné směsi zahuštěnou hmotou u bojlerů přírůstek o 43 g na kus a týden vyšší než u kontroly. Tento rozdíl představuje celostátně produkci masa navíc v hodnotě několika desítek miliónů korun.

Odparkový proces je v současném období, kdy se hledají možnosti, jak snížit spotřebu zrnin ve výkrmu zvířat, vysoce aktuální. Skýtá četné možnosti kooperace mezi jednotlivými výrobci formou recyklace těchto odpadů. Energetickou otázku odpařování lze vyřešit napojením na zdroje odpadního tepla, nebo je možné uvažovat o zařazení anaerobní jednotky produkující bioplyn. Za těchto podmínek se jeví provoz stanice v jiném kalkulačním pohledu. Efektivnost odparkové stanice se očekává od závstavu 30 000 zvířat.

CHEMICKÉ METODY

Chemické látky zvyšující dělicí poměr separačních zařízení (ukazatel kvality práce stroje) se většinou uplatňují pouze v zahraničí. Jmenovitě u dekantačních odstředivek jsou přímo vpravovány do oddělovacího bubnu. U nás se s jejich použitím nepočítá, protože náklady spojené s jejich dovozem jsou příliš vysoké. Z dostupných látek ukázal dobrý koagulační účinek 40% tekutý síran hlinitý; dělicí poměr na odkalovací odstředivce BRPX-207 bez něho byl 48 %, jeho odstupňovanými dávkami se zvýšil na 62 až 74 %. Optimální byla dávka 0,64 % síranu s přídavkem 0,003 % obj. přípravku Akrinax 2, potom dělicí poměr dosáhl 79 %. Ke koagulačním účelům byly ověřeny další anorganické látky, z nichž mnohé upravovaly kejdou prasat prokazatelným způsobem, vytvářejíce požadovanou sraženinu (kamenec, chlóróvé vápno, síran vápenatý, síran amonný, kyselý fosforečnan vápenatý apod.). U většiny těchto látek, až na různé formy vápna bez chlóru, nebyly ověřeny reziduální vlivy na půdu, rostliny a zvířata.

Celkovou manipulaci s kejdou se výrazně snižují zárodky, počet salmonel poklesne o 50 % během tří až pěti dní v letních měsících, ale v zimním období tento pokles trvá i 30 až 60 dní. Manipulační procesy však nevedou k spolehlivé devitalizaci zárodků a jsou nutná další opa-

tření zabraňující šíření infekčního agens při hnojení. Sušení kejdy ne-dezinfikuje, biotermická dezinfekce probíhající na hnojištích není u tohoto materiálu uplatnitelná. V laboratorních pracích měla z hlediska snižování počtu zárodků požadované parametry termofilní stabilizace kejdy. Hledají se proto i vhodné chemické látky s dezinfekčním účinkem. Osvědčil se vápnodusík v dávce $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (již se nevyrábí), stejné výsledky byly s 6% vápenným mlékem. Osvědčily se látky snižující pH na méně než 5. Vhodná by byla kyseliny fosforečná a 2% hydroxid sodný, ale materiál je pak nevhodný pro pole, neboť pH je 12. V NDR užívají 0,5 až 5,0% formaldehyd, který se hodí pro širokou škálu zárodků a jehož deriváty jsou v půdě odbouratelné.

Náš základní biologický výzkum doporučuje pro úpravu celulotických materiálů a kejdy použití 0,7% chlorovodíku při teplotách 120 až 130 °C po dobu dvě až tři hodiny. Získaný hydrolyzát pastovité konzistence o zvýšeném obsahu živin lze po vychladnutí zkrmovat nebo používat jako hnojivo pro granulaci.

Ověřují se také chemické látky pro dezodoraci kejdy. V zahraničí nebyly dosud nalezeny. Ani bakteriální startovací kultury neposkytly vhodné výsledky, stejně jako bioaktivátory. Udává se, že určité enzymatické přípravky s obchodními názvy byly účinné jako dezodoranty v období několika týdnů.

BIOLOGICKÉ METODY

Činnosti mikroorganismů se využívá v četných technologických zařízeních s odlišným průběhem vlastního procesu a výsledného produktu. Lze je definovat takto:

a) Aerobní stabilizace kejdy je charakterizována přítomností kyslíku a výskytem termofilních skupin. Tento princip je aplikován v městských čistírnách s tím rozdílem, že kejda má hodnotu 20–40 000 BSK₅. Proces probíhá v několika aeračních stupních s nutnou separací nátoku. Předmětem četných provozních pokusů je vyřešení posledního stupně, zpravidla chemického, jenž by vyřešil zatím neuspokojivé parametry předcházejících biologických stupňů. Ověření těchto typů čistíren — různé koncipovaných — probíhá v několika desítkách vybraných provozů. Investiční náklady se pohybují podle projektu od 398,7 do 1119,4 Kčs na ustájené zvíře, provozní náklady se kalkuluji v rozmezí 62,6 až 108,0 Kčs na ustájené zvíře. Jsou budovány velkoplošným způsobem, což je v rozporu s koncepcí ochrany půdního fondu. Vertikální jednotky zahraničního provedení nebyly dosud u nás pochopeny. Aerační nádrže jsou zhotoveny z masivního betonu, aerátory vyžadují enormní příkon elektrické energie. Provozně je proces ovlivňován především teplotou a celou řadou neznámých faktorů, výsledky nejsou vždy jednoznačné. Ověřená varianta termofilní stabilizace v podroštovém kanálu oválného provedení je citlivá na vstupní organickou sušinu. Potřebných teplot nebylo dosaženo, přesto však byl pozorován jistý odpar tekuté frakce a určitý pokles zápachovosti skladované tekuté frakce. Spotřeba elektrické energie byla podstatně snížena instalací ponorných aeračních jednotek.

b) Anaerobní proces je charakterizován nepřítomností kyslíku v suspenzi kejdy a podporou anaerobní mikroflóry, vedoucí k tvorbě bez-

kyslíkatých plynů (metan, vodík, merkaptan). Proces vyžaduje optimální kvasné teploty kolem 35 °C, což je základním kritériem pro naši zeměpisnou polohu. Získaná směs plynů má značnou kalorickou hodnotu, není však hygieniky povolena pro sušárenské účely, takže se plánuje pro ohřev a pro pohon motorů. Není zatím dořešeno dlouhodobé skladování plynů, předpokládaná koncepce zkapalnění byla materiálem OSN zpochybněna ekonomicky pro vysoké náklady. Anaerobní proces vyžaduje separaci vyhnílé kejdy a manipulace s oběma frakcemi. Existují různá řešení procesu, později byl provozně ověřen na objektu Třeboň a lze předpokládat další ověření také u skotu.

c) Biologické filtry představují zařízení, jež je v zahraničí součástí vertikálně uspořádaných čistíren odpadů živočišné výroby, převážně krhových. Je to soustava spádových stěn o velké ploše, většinou z plastických hmot, po kterých stéká suspenze odseparovaných organických látek, jež je narůstající mikroflórou po povrchu stěn zpracována. Cyklus se opakuje do požadovaného stadia s použitím oběhového čerpadla. Jejich výhody jsou v oblasti investičních a provozních nákladů, nehledě na úsporu zastavěné plochy.

d) Stejný význam má metoda založená na principu sorpce disperzní fáze suspenze kejdy slámou za spoluúčasti mikrobiálních forem. Metoda byla praktikována v MLR a zkušenosti s funkčními vlastnostmi byly dobré. Manipulace s balíky slámy je u nás z hlediska hygienického neuskutečnitelná. Laboratorní ověření na funkčním modelu přineslo výsledky rozdílného charakteru.

e) Ostatní biologické metody. Do této skupiny patří nejrozumnější koncepce a pokusy motivované skutečností, že kejda a ostatní druhy odpadů živočišného původu jsou cennou výchozí surovinou k získání nových produktů, často nezajistitelných nákupem nebo jinou cestou. Nutno citovat pokusy s červy vybraných kmenů, likvidujícími organickou hmotu s narůstáním jejich biomasy, jež po separaci zvyšuje krmnou bilanci. V zahraničí se dále ověřuje technika sladění larválního stadia much s rychlostí kejdy posunované dopravníkem v zakrytém tunelu. Konečný materiál obohacený o vajíčka much je na konci dráhy usušen. Stejným způsobem se ověřují různé kmeny fotosyntetizujících mikroorganismů, jejichž konečné stadium poskytuje zvýšený obsah proteinů o 30 až 53 %. Předmětem provozních pokusů je dále pěstování řas na fugátech, uvádějí se výnosy i 25 kg . ha⁻¹ a den. Předmětem biologických pokusů jsou vybrané kmeny kvasinek rodu *Torula* a *Candida* s předcházející hydrolytickou úpravou kejdy, která je zatím z technického hlediska nad možnostmi zemědělského závodu.

V této oblasti je tedy možné očekávat stále se zvyšující počet výzkumných prací. Jež budou nepochybně zakončeny praktickým výsledkem.

SUMARIZACE TECHNOLOGICKÝCH SMĚRŮ

V předcházejících statích byly popsány jednotlivé technologické operace. Je pochopitelné, že výčet nemůže být úplný pro rozsáhlost této problematiky. Do materiálu nebyly zahrnuty jmenovitě patentní přihlášky. Sumarizace je členěna na různé technologické postupy podle charakteru oboru.

Metody fyzikální	Metody chemické	Metody biologické
způsob mechanický: rozmetání povrchové, půdní injekce homogenizace závlaha filtrace separace dekantace flotace, elektroflotace, magnetická úprava vody ultrazvuk způsob termický: sušení odpařování způsob mechanicko-termický: výroba olejů	flokulace dezodorace dezinfekce úprava fugátových vod biologicky upravených zahušťování nehašeným vápnem	kompostování aerobní a termofilní stabilizace anaerobní stabilizace pěstování řas pěstování kvasinek pěstování červů pěstování much

U jednotlivých ověřených operací byly udány známé ukazatele, z nichž je možné si učinit představu o možnostech zavedení do praxe.

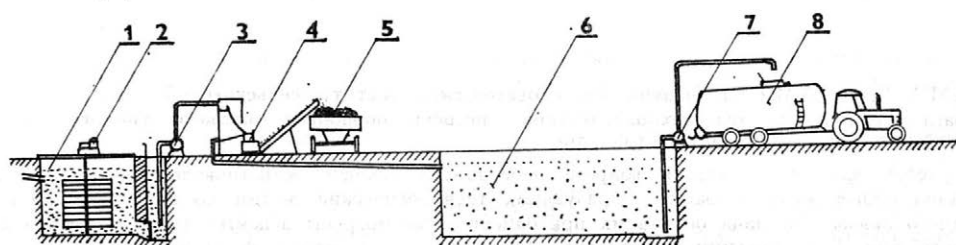
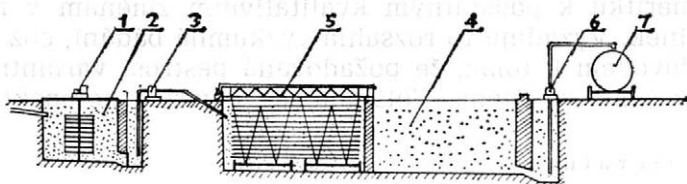
Technologie rozpracované	Technologie perspektivní
1. technologie hnojení kejdou (obr. 1) 2. technologie hnojení odseparovanou kejdou (obr. 2) 3. technologie zahušťování kejdy (obr. 3) 4. technologie čistírenská — aerobní stabilizace var. termofilní stabilizace 5. technologie čistírenská — anaerobní kvašení	1. technologie hnojení kejdou s nasazením samochodného rozmetadla a s výstavbou polních jímek 2. technologie pěstování řas 3. technologie kultivace fotosyntetizujících bakterií 4. technologie hydrolýzy kejdy a pěstování kvasinek vybraných kmenů 5. technologie výroby olejů

Z jiného hlediska byl zpracován přehled technologií zpracování kejdy prasat. Výzkumně ověřené technologie jsou zahrnuty do systémů rozpracovaných, způsoby, které jsou v základním nebo již v aplikovaném výzkumu v zahraničí, jsou zařazeny do kategorie druhé. Přehled některých rozpracovaných technologií je doplněn schematickými nákresey příslušných operací (obr. 1, 2, 3).

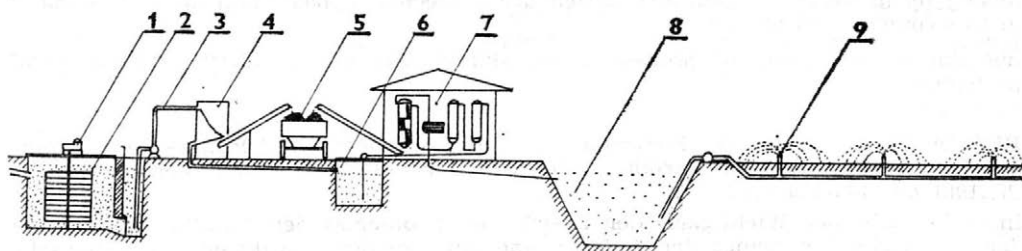
ZÁVĚR

Technologii zpracování kejdy prasat a jejího využití tvoří různé fyzikální, biologické a chemické procesy podílející se na úpravě vstupního materiálu podle agrotechnických, hygienických a jiných požadavků.

1. Technologie hnojení kejdou — Technology of manuring with pig slurry
 1 — lopatkový homogenizátor, 2 — předjímka, 3 — kalové čerpadlo, 4 — centrální kruhová jímka, 5 — míchací most z usazováku typu T4, 6 — vyskladňovací čerpadlo typu MIX, 7 — rozmetadlo kejdy



2. Technologie hnojení odseparovanou kejdou — Technology of manuring with separated pig slurry
 1 — předjímka, 2 — lopatkový homogenizátor, 3 — kalové čerpadlo, 4 — separační spádové síto s lisovací jednotkou, 5 — odvoz sedimentu, 6 — jímka fugátu, 7 — kalové čerpadlo, 8 — rozmetadlo kejdy, 9 — kompostoviště, 10 — rozmetání kompostu



3. Technologie zahušťování kejdy — Technology of thickening pig slurry
 1 — lopatkový homogenizátor, 2 — jímka kejdy, 3 — kalové čerpadlo, 4 — separační spádové síto, 5 — odvoz sedimentu, 6 — jímka fugátu, 7 — odparková stanice, 8 — jímka brydové vody, 9 — závlaha

Náročností a rozsáhlostí těchto operací patří zpracování kejdy mezi nejkomplikovanější zemědělské technologie. Toto konstatování se ještě zvyšuje požadavky celospolečenskými. Základní úpravy představují převážně fyzikální procesy. Ostatní procesy — chemické a biologické — je pouze určitým způsobem doplňují. Zvláště biologické procesy mají své vyhraněné požadavky, parametr teploty bude vždy určujícím kvalitativním faktorem. Složitost těchto probíhajících procesů je také konkrétním důvodem k tomu, že za uplynulých asi deset let nedošlo ve světovém

měřítka k podstatným kvalitativním změnám v řešení technologických linek. Vyžaduje to rozsáhlá výzkumná bádání, což je pravděpodobně také důvodem k tomu, že požadovaná pestrost variantního řešení není dosud výrobně zajištěna. Většinou jde o práce perspektivního charakteru.

Literatura

BLÁHA, K.: Separace kejdy zařízením Consolidator. [Závěrečná zpráva Z-1569.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1979.

BLÁHA, K.: Separace kejdy prasat spádovým sítím čs. provedení. [Závěrečná zpráva Z-1638.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1980.

Došlo dne 10. 4. 1980

БЛАГА, К. — РУМЛ, М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Анализ технологических способов обработки жидкого свиного навоза. Земед. Техн., 27, 1981 (3) : 143-156.

S учетом важности решения вопроса переработки отходов животноводства в статье дан анализ проверенных операций, образующих технологические линии по обработке жидкого свиного навоза, и дана оценка их пригодности. Рассмотрены аспекты, которые необходимо учесть при формировании технологий. Описано использование физических, термических, химических и биологических методов обработки жидкого свиного навоза. Далее приводится перечень перспективных технологий, которые являются предметом фундаментального и прикладного исследования в Чехословакии и в загранице.

жидкий свиной навоз; технология обработки жидкого свиного навоза; использование жидкого свиного навоза; защита окружающей среды

BLÁHA, K. — RUML, M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Evaluation of Technologies of Processing Pig Slurry*. Zeméd. Techn., 27, 1981 (3) : 143-156.

With regard to the importance of problems connected with the processing of wastes from animal production, tested operations are being analyzed of technological lines for processing pig slurry and their suitability is assessed. The physical, thermic, chemical, and biological methods of slurry processing are treated, as well as promising technologies are outlined, which are subjected to basic and applied research in this country and abroad.

pig slurry; technology of processing pig slurry; use of pig slurry; environmental protection

BLÁHA, K. — RUML, M. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy): *Analyse von technologischen Verfahren der Schweinegüllebearbeitung*. Zeméd. Techn., 27, 1981 (3) : 143-156.

In Anbetracht der Wichtigkeit der Lösung des Problemes der Abfallbearbeitung in der Tierproduktion bringt der Aufsatz eine Analyse der bewährten, technologische Arbeitskette für die Schweinegüllebearbeitung bildenden Arbeitsgänge und beurteilt ihre Eignung. Es analysiert die bei der Bildung der Technologien zu betrachtenden Gesichtspunkte. Er behandelt die Anwendung der physikalischen, thermischen, chemischen und biologischen Methoden der Schweinegüllebearbeitung. Ferner wird die Übersicht der Perspektivtechnologien aufgeführt, die bei uns sowie im Ausland den Gegenstand der Grundlagenforschung sowie der angewandten Forschung darstellen.

Schweinegülle; Technologie der Schweinegüllebearbeitung; Nutzung der Schweinegülle; Umweltschutz

Adresa autorů:

Ing. Karel Bláha, CSc., ing. Milan Ruml, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha - Řepy

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, Rovinka): *Reologický model výkalov ošípaných*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3): 157–166.

K najdôležitejším fyzikálno-mechanickým vlastnostiam výkalov ošípaných patria aj reologické vlastnosti, ktoré sú v podstatnej miere ovplyvňované obsahom sušiny. Príspevok sa zaoberá vplyvom zmeny obsahu sušiny na reologické vlastnosti výkalov ošípaných, ktoré boli sledované rotačným viskozimetrom Rheomat 15. Obsah sušiny vo výkaloch bol zmenený v intervale od 5,12 do 21,24 %. Výkaly s obsahom sušiny od 6,34 do 21,24 % sa chovajú podľa Binghamovho modelu. Výkalom s obsahom sušiny od 5,12 do 6,10 % lepšie vyhovoval Cassonov model. Zvyšovaním obsahu sušiny vo výkaloch rastie aj tangenciálne napätie a medza tečenia.

reologický model; tangenciálne napätie; medza tečenia; gradient rýchlosti; Binghamov model; Cassonov model

V chovoch hospodárskych zvierat s vysokými koncentraciami sa denne vyprodukuje veľké množstvo výkalov. Spracovanie a ďalšiu úpravu týchto materiálov ovplyvňuje viacero faktorov. K najhlavnejším patria fyzikálno-mechanické, chemické a biologické vlastnosti, ako aj obsah toxických, zápachotvorných látok a choroboplodných zárodkov. Výskyt týchto faktorov vo výkaloch závisí najmä od druhu a kategórie zvierat, zloženia kŕmnej dávky, spôsobu ustajnenia zvierat a systému odstraňovania výkalov.

K základným fyzikálno-mechanickým vlastnostiam patrí aj vnútorné trenie, ktoré sa pri kašovitých látkach a tekutinách nazýva viskozita. Všeobecne je známe, že väčšina látok sa nechová v súlade s Newtonovým zákonom viskozity. Z týchto dôvodov vznikol nový vedný odbor — reológia, ktorý sa zaoberá problematikou tečenia a viskozitou newtonovských látok. Žáček (1969) definuje reológiu ako vedu o deformačných a tokových javoch vznikajúcich v látkach v dôsledku pôsobenia vonkajších a vnútorných síl. Reológia študuje obecné podmienky a zákonitosti deformácie a toku látok.

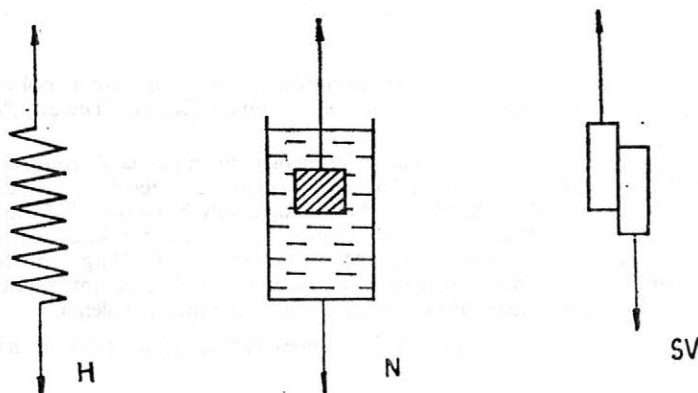
Pri pôsobení síl na teleso alebo na látku sa vnútorné sily telesa alebo látky bránia zmene tvaru, odporujú vonkajším silám a v telese vzniká napätie. To môže byť buď normálové (vyjadruje odpor telesa proti jeho pretrhnutiu) alebo tangenciálne (vyjadruje odpor telesa proti deformácii šmykom).

K tomu, aby sa mohlo chovanie látky bližšie popísať a zaznamenať, používajú sa matematické vzťahy a závislosti, pretože v súčasnom období nie je možné chovanie látok vyjadriť jednou rovnicou. Sú spracované tri základné látky (prvky) a ich kombináciou sa vytvárajú reologické modely, ktoré najlepšie vystihujú chovanie jednotlivých látok. Základná látka je ideálny typ materiálu, ktorý má z hľadiska reológie vždy jednu základnú vlastnosť. Základné reologické látky sú:

a) Hookova látka — znázorňuje sa tzv. Hookovým prvkom, t. j. dokonale pružnou pružinou, ktorá sa chová podľa Hookovho zákona. Je to ideálny materiál, ktorý sa pri zaťažení deformuje len pružne a po odľahčení sa vracia do pôvodnej polohy.

b) Newtonova kvapalina — znázorňuje sa tzv. Newtonovým prvkom, t. j. piestom pohybujúcim sa vo viskóznej kvapaline. Je to ideálna kvapalina, ktorej šmykové napätie medzi dvoma rovnobežnými vrstvami je priamoúmerné gradientu rýchlosti.

c) Plastická látka — znázorňuje sa tzv. Saint-Venantovým prvkom, t. j. dvoma plochami, ktoré sa po sebe pohybujú s určitým koeficientom trenia. Je to ideálny materiál, ktorý sa pri zaťažení deformuje a po odľahčení ostáva deformovaný (obr. 1).



1. Grafické znázornenie základných reologických modelov látok — Graphical representation of the basic rheological models of materials

Tieto tri základné látky sú obsiahnuté v množstve látok, v ktorých jednu hranicu tvorí Pascalova ideálna kvapalina a druhú Euklidova látka. Pascalova ideálna kvapalina predstavuje kvapalinu, v ktorej neexistuje trenie a napätie je nulové. Euklidova látka je tuhé teleso, pri ktorom je deformácia pri zaťažení nulová.

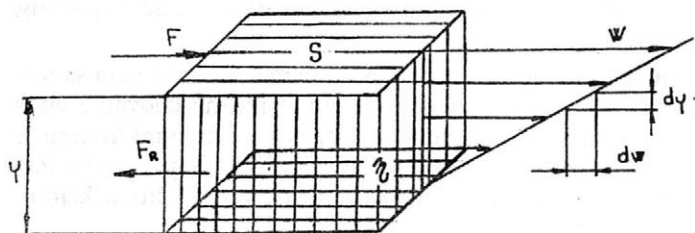
Z uvedeného vyplýva, že reológia sa vlastne zaoberá mechanikou deformácie a toku látok práve v oblasti medzi tekutými a pevnými látkami. Základnou otázkou reológie je vzťah medzi tangenciálnym napätím látky a jej gradientom rýchlosti. Ako gradient rýchlosti je označený podiel $\frac{dw}{dy}$, kde dw je rozdiel rýchlosti medzi dvoma susednými vrstvami (prúdnicami) ideálnej kvapaliny a dy je kolmá vzdialenosť týchto vrstiev (obr. 2). Podľa Newtonovej hypotézy — ako uvádzajú Ulbrecht a Mitschka (1965) — tangenciálne napätie je priamo úmerné gradientu rýchlosti

$$\tau = \eta \cdot \frac{dw}{dy} = \eta \cdot D$$

kde: τ — tangenciálne napätie ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$, Pa)

D — gradient rýchlosti (s^{-1})

η — dynamická viskozita ($\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$, Pa.s).



2. Princíp vzniku dynamickkej viskozity — Principle of the origin of dynamic viscosity

Táto matematická formulácia platí len pre newtonovské látky. Podstatne častejšie sa vyskytujú kvapaliny, ktoré sa nechovajú podľa tejto rovnice. Sú to tzv. nenewtonovské látky, ktorých modely bližšie popísal Záthurecký (1966). Spôsoby zisťovania reologických vlastností týchto látok uvádza Juríček (1978).

Z týchto modelov bližšie popíšem len Binghamov model, ktorý je charakterizovaný rovnicou

$$\tau = -\eta_B \cdot \frac{dw}{dy} + \tau_o$$

ak $(\tau) < \tau_o$ potom $\frac{dw}{dy} = 0$

kde: η_B — zdanlivá viskozita
 τ_o — medzné napätie

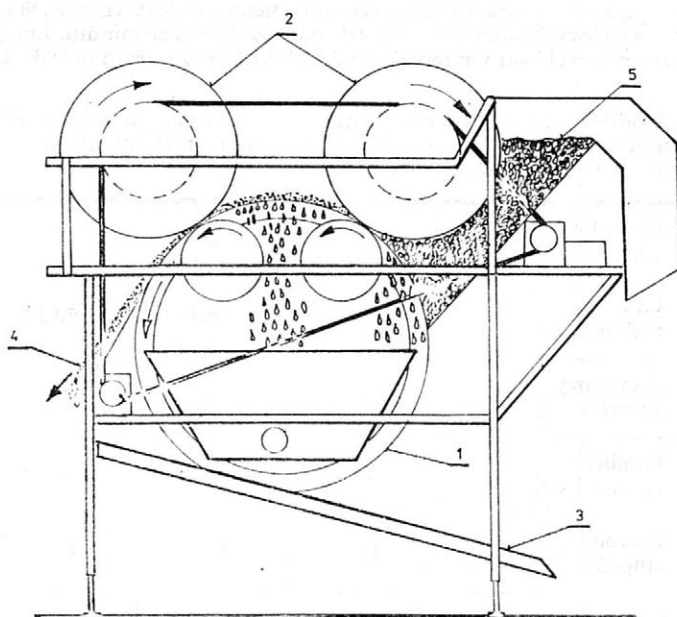
Kvapalina, ktorá sa chová podľa tohoto modelu, ostáva pevná, ak tangenciálne napätie τ je menšie ako medzné napätie τ_o , ale tečie, ak prekročí hodnotu medzného napätia.

MATERIÁL A METÓDA

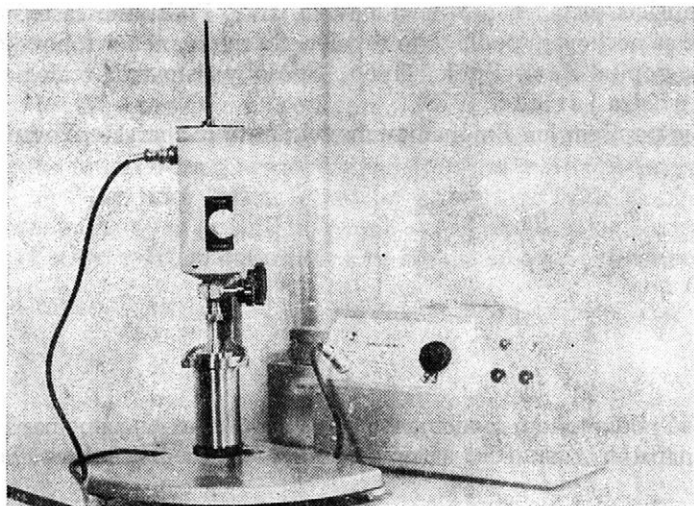
Pre stanovenie reologických vlastností výkalov ošipovaných sme odobrali 40 vzoriek s obsahom sušiny od 5,12 do 21,24 %. Obsah sušiny vo výkaloch sme menili tým, že do výkalov sme pridávali pevnú frakciu výkalov, ktorá bola oddelená na separačnom zariadení Walter Mattle AG typ 250 (obr. 3). Výkaly sú potrubím privádzané do separátora k rotujúcemu perforovanému bubnu. Tekutá

3. Schéma separátora Walter Mattle AG — typ 250 — A diagram of separator Walter Mattle AG — type 250

1 — perforovaný bubno,
 2 — gumené valce, 3 — odtok tekutej frakcie, 4 — odvod pevnej frakcie, 5 — výkaly určené k separácii



frakcia preteká otvormi bubna do zberného žlabu, ktorý je umiestnený vo vnútri perforovaného bubna a žlabom je odvádzaná do separátora. Pevná frakcia ostáva na povrchu perforovaného bubna a po oddelení tekutej frakcie je z bubna zhrnutá na pásový dopravník. Na zlepšenie separácie pôsobia aj dva rotujúce gumené valce, ktoré sú naplnené vzduchom. Tieto valce pritláčajú pevnú frakciu k plášťu perforovaného bubna, čím z nej vytlačujú tekutú frakciu. Separáčne zariadenie sa v prevádzke osvedčilo.



4. Rotačný viskozimetr
Rheomat 15 — Rheomat
15 rotary viscosimeter

Výkaly pochádzali od ošipaných kŕmených kŕmnu zmesou CDP, ktorá bola vlhčená teplou vodou a srvátkou. Hmotnosť ošipaných sa pohybovala od 80 do 100 kg. Na meranie boli použité jednodenné výkaly.

Reologické vlastnosti pripravených vzoriek výkalov ošipaných sme zisťovali rotačným viskozimetrom Rheomat 15, ktorý je výrobkom švajčiarskej firmy Contraves (obr. 4). Činnosť prístroja sa zakladá na tom princípe, že vnútorný rotujúci valec, ktorý je zavesený na pružine, je ponorený do meranej tekutiny. Vplyvom odporu, ktorý kladie tekutina rotačnému pohybu, sa valec pootočí o uhol, ktorý je úmerný krútiacemu momentu. Otáčky vnútorného valca je možné meniť pomocou 15 prevodových stupňov v intervale od 5,59 do 352 za minútu. Zmenou otáčok dochádza aj k zmene gradientu rýchlosti v intervale od 28,43 do 1789 za sekundu (tab. I).

I. Hodnoty gradientu rýchlosti pri 15 rôznych prevodových stupňoch rotačného viskozimetra Rheomat 15 — Values of speed gradient at 15 different speeds of the Rheomat 15 rotary viscosimeter

Prevodový stupeň	1	2	3	4	5
Gradient rýchlosti s^{-1}	28,43	38,18	50,23	67,03	88,42
Prevodový stupeň	6	7	8	9	10
Gradient rýchlosti s^{-1}	127,50	171,10	225,20	300,40	396,30
Prevodový stupeň	11	12	13	14	15
Gradient rýchlosti s^{-1}	575,30	772,40	1016,00	1355,00	1789,00

Z hodnôt výchyliek odčítaných na stupnici viskozimetra sme pri určitých gradientoch rýchlosti vypočítali hodnoty tangenciálnych napätí a zostrojili reogramy. Namerané hodnoty boli spracované vo VÚPT v Rovinke na samočinnom počítači Wang 2200. Hodnoty boli testované na hladine významnosti $p = 0,05$. Z nameraných hodnôt a z priebehov grafov bol stanovený reologický model výkalov ošipaných.

II. Hodnoty výchyliek rotačného viskozimetra pri zisťovaní reologických vlastností výkalov ošippaných — Values of deflections of the rotary viscosimeter measuring the rheological properties of pig excrements

Obsah sušiny	5,12 %			6,10 %			8,44 %			9,20 %			16,95 %		
Prevodový stupeň	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3	x_1	x_2	x_3
1							3,6	3,1	3,1	5,0	3,8	3,6	33,0	29,0	29,0
2							4,1	3,2	3,2	5,8	4,3	4,0	33,2	30,2	30,2
3							4,2	3,4	3,4	5,8	5,1	4,8	33,6	30,4	30,5
4							4,6	3,8	3,6	6,4	5,8	5,6	33,8	30,6	30,7
5	3,1	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	5,0	4,0	4,0	7,2	6,1	6,1	34,0	31,0	31,1
6	3,3	3,3	3,2	3,4	3,4	3,4	5,4	4,4	4,5	8,0	6,6	6,6	34,6	31,5	31,7
7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	6,0	4,8	5,0	9,1	7,0	7,1	35,4	32,2	32,3
8	3,9	3,8	3,7	3,8	3,7	3,9	6,4	5,2	5,1	9,9	7,4	7,2	36,0	32,8	32,9
9	4,2	4,1	4,0	4,1	4,1	4,1	7,2	5,8	5,6	11,0	8,6	8,2	36,5	33,5	33,6
10	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	8,0	6,6	6,2	12,4	10,0	10,2	37,2	34,0	34,1
11	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	9,1	7,8	7,5	14,4	12,2	12,3	38,0	35,0	35,2
12	5,9	5,9	5,8	5,9	5,8	5,8	10,2	9,0	8,6	16,0	14,6	14,5	38,8	36,2	36,2
13	6,9	6,8	6,7	6,8	6,7	6,7	11,6	10,6	10,4	17,0	16,6	16,5	39,2	37,0	37,2
14	9,2	9,2	9,3	9,2	9,2	9,3	13,4	12,8	12,6	19,0	19,8	19,8	40,2	38,5	38,5
15	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,3	16,4	16,2	16,8	22,4	24,4	24,0	41,8	40,0	40,1

III. Hodnoty medzí tečení τ_0 , dynamických viskozít η a tangenciálních napětí τ při různých gradientech rychlosti D vo výkalo-
 loch ošípaných s různými obsahmi sušiny — Values of liquid limit τ_0 , dynamic viscosity η and tangential stress τ at different
 speed gradients D in pig excrements with different contents of dry matter

Obsah sušiny %		5,12		6,10		8,44		9,20		16,95	
Medza tečenia $N \cdot m^{-2}$		0,0099		0,0099		1,5103		2,2215		85,0074	
Číslo	1	0,0099	0,0000	0,0099	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	2	0,4307	0,0299	0,4384	0,0299	1,7072	0,2367	2,4468	0,4530	90,173	3,6367
	3	0,8515	0,0299	0,8469	0,0299	2,2763	0,0812	3,2624	0,1308	99,190	1,4570
	4	1,2723	0,0299	1,2653	0,0299	2,8454	0,0582	4,0781	0,0916	108,20	9,7170
	5	1,6931	0,0299	1,6838	0,0299	3,4145	0,0490	4,8937	0,0764		
	6	2,1139	0,0299	2,1024	0,0299	3,9836	0,0440	5,7093	0,0683		
	7	2,5347	0,0299	2,5209	0,0299	4,5527	0,0409	6,5249	0,0633		
	8	2,9555	0,0299	2,9394	0,0299	5,1218	0,0387	7,3406	0,0598		
	9	3,3763	0,0299	3,3579	0,0299	5,6909	0,0372	8,1562	0,0573		
	10	3,7971	0,0299	3,7764	0,0299	6,2600	0,0360	8,9718	0,0555		
	11	4,2180	0,0299	4,1949	0,0299	6,8291	0,0351	9,7874	0,0540		

VÝSLEDKY

Obsah sušiny je jedna z veličín, ktorá v podstatnej miere ovplyvňuje reologické vlastnosti výkalov ošípaných. Z nameraných hodnôt a najmä z reogramov vyplýva, že výkaly ošípaných s obsahom sušiny od 6,34 do 21,24 % sa chovajú ako látka Binghamovho modelu, ktorú charakterizuje rovnica

$$D = \frac{\tau - \tau_0}{\eta_B}$$

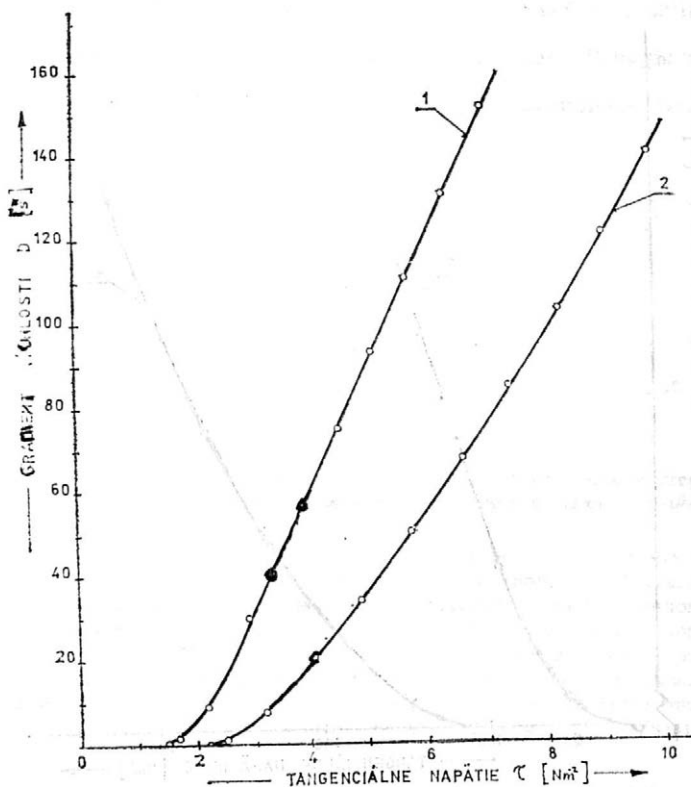
Výkalom ošípaných s obsahom sušiny od 5,12 do 6,10 % lepšie vyhovoval Cassonov model. Tento model charakterizuje rovnica

$$D = \frac{(\tau - \tau_0)^2}{\eta_C}$$

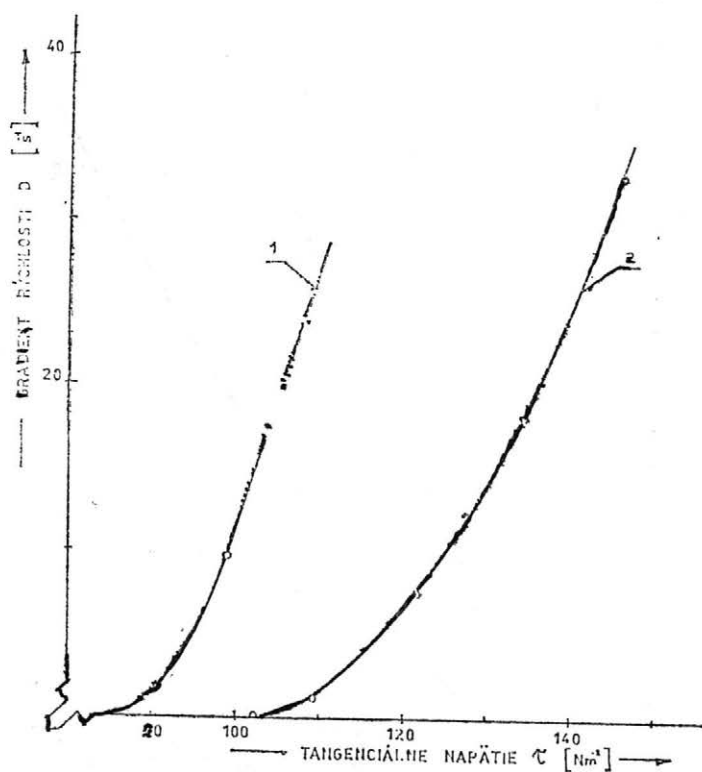
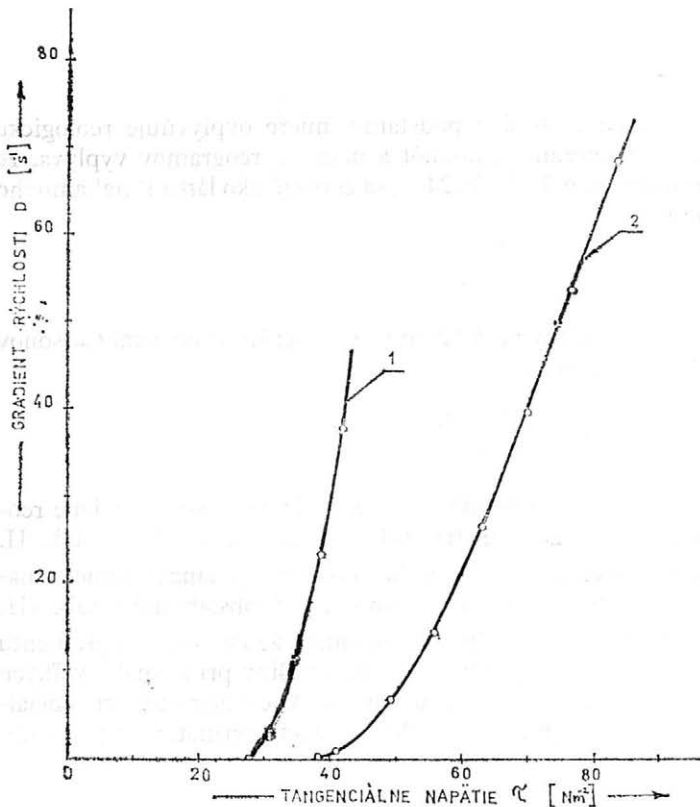
Pre lepšiu prehľadnosť uvádzam len výsledky vzoriek, z ktorých sú zostrojené reogramy. Hodnoty výchyliek rotačného viskozimetra týchto vzoriek sú uvedené v tab. II.

Vypočítané hodnoty medze tečenia τ_0 , dynamickej viskozity η , tangenciálneho napätia τ pre rôzne gradienty rýchlosti vo vybraných vzorkách sú obsiahnuté v tab. III.

Zo zostrojených reogramov (obr. 5–7) jednoznačne vidieť, že zvyšovaním gradientu rýchlosti rastie aj tangenciálne napätie. Zvyšovaním obsahu sušiny pri rovnako veľkých hodnotách gradientu rýchlosti sa zvyšuje tangenciálne napätie. Väčší prírastok tangenciálneho napätia je pri nižších hodnotách gradientu rýchlosti. Tieto poznatky sa prejavujú



5. Reogramy výkalov ošípaných s obsahom sušiny 6,34 % (1) a 7,20 % (2) — Rheograms of pig excrements with dry matter contents of 6.34 % (1) and 7.20 % (2)



aj pri látkach chovajúcich sa podľa Binghamovho i Cassonovho modelu. Vo výkaloch ošípaných, ktoré sa chovajú podľa Binghamovho modelu, sa zvyšovaním obsahu sušiny zvyšuje aj hodnota medze tečenia.

ZÁVER

Vzhľadom na to, že reologické vlastnosti v značnej miere ovplyvňujú manipuláciu a spracovanie výkalov ošípaných, je dôležité zistiť reologický model, podľa ktorého sa výkaly ošípaných chovajú. Reologický model bol stanovený pre výkaly ošípaných, ktorých obsah sušiny bol menený v intervale od 5,12 do 21,24 %.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že výkaly ošípaných s obsahom sušiny od 6,34 do 21,24 % sa chovajú podľa Binghamovho modelu.

Zvyšovaním gradientu rýchlosti sa zvyšuje aj tangenciálne napätie, pričom prírastok tangenciálneho napätia je vyšší pri nižších hodnotách gradientu rýchlosti. Tangenciálne napätie rastie aj so zvyšovaním obsahu sušiny. Vo výkaloch ošípaných chovajúcich sa podľa Binghamovho modelu so zvyšovaním obsahu sušiny rastie aj hodnota medze tečenia.

Literatúra

- JURÍČEK, J.: Spôsoby zisťovania reologických vlastností exkrementov ošípaných. Acta technol. agric., XIX, 1978.
ULBRECHT, J. — MITSCHKA, P.: Chemické inženýrství nenewtonovských kapalin. Praha, ČSAV 1956.
ZÁTHURECKÝ, L.: Masťové základy a masti súčasnej dermatológie. Bratislava, Obzor 1966.
ŽÁČEK, H.: Rheometrie galenických přípravků. (Vysokoškolská učebnice.) Bratislava 1969.

Došlo dňa 8. 8. 1980

ЮРИЧЕК, Й. (Генеральная дирекция машинных и тракторных станций и ремонтных мастерских сельскохозяйственных машин, Ровинка): Реологическая модель свиного кала. Земед. Техн., 27, 1981 (3) : 157-166.

К важнейшим физико-механическим свойствам свиного кала относятся и реологические свойства. Содержание сухого вещества существенно влияет на данные свойства. В статье описано влияние изменения содержания сухого вещества на реологические свойства свиного кала, которые исследовали на вращающемся вискозиметре Реомат 15. Содержание сухого вещества в кале изменяли в диапазоне от 5,12 и до 21,24 %. Кал с содержанием сухого вещества от 6,34 и до 21,24 % проявляется согласно модели Бингема. Для кала с содержанием сухого вещества от 5,12 и до 6,10 % более подходила модель Кассана. В результате увеличения содержания сухого вещества в кале возрастает также касательное напряжение и предел текучести.

реологическая модель; касательное напряжение; предел текучести; градиент скорости; модель Бингема; модель Кассана

JURÍČEK, J. (General Directorate of Machine and Tractor Stations and Repair Shops of Farm Machines, Rovinka): *Rheological Model of Pig Excrements*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 157-166.

The most important physico-mechanical properties of pig excrements are their rheological qualities, which are basically influenced by the content of dry matter. The effect of fluctuations in the content of dry matter on the rheological properties of pig excrements was investigated; they were studied by help of Rheomat 15 rotary viscosimeter. The dry matter content in the excrements ranged from 5.12 % to 21.24 %. Excrements with a dry matter content of 6.34 % to 21.24 % behave in keeping with Bingham's model. Excrements with a dry matter content of 5.12 % to 6.10 % behave rather in keeping with Casson's model. Increase in the dry matter content is accompanied by a corresponding growth of tangential stress and liquid limit.

rheological model; tangential stress; liquid limit; speed gradient; Bingham's model; Casson's model

JURÍČEK, J. (Generaldirektorat der Maschinen-Traktorenstationen und Reparaturwerkstätten der Landmaschinen, Rovinka): *Rheologisches Modell der Schweineexkremente*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 157-166.

Zu den wichtigsten physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Schweineexkremente zählen auch rheologische Eigenschaften. Diese Eigenschaften werden wesentlich durch den Trockensubstanzgehalt beeinflusst. Der Aufsatz erörtert die Auswirkung der Änderung des Trockensubstanzgehaltes auf rheologische Eigenschaften der Schweineexkremente, die mit dem Rotationsviskosimeter Rheomat 15 verfolgt wurden. Der Trockensubstanzgehalt in den Exkrementen wurde im Intervall von 5,12 bis 21,24 % geändert. Die Exkremente mit dem Trockensubstanzgehalt von 6,34 bis 21,24 % verhalten sich nach dem Bingham'schen Modell. Den Exkrementen mit dem Trockensubstanzgehalt von 5,12 bis 6,10 % entspricht besser das Casson'sche Modell. Durch die Steigerung des Trockensubstanzgehaltes in den Exkrementen steigt auch die Tangentialspannung und die Kriechgrenze an.

rheologisches Modell; Tangentialspannung; Kriechgrenze; Geschwindigkeitsgefälle; Bingham'sches Modell; Casson'sches Modell

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc., Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, 900 42 Rovinka

P. Hnilica

HNILICA, P. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Pravděpodobnostní model procesu úderového mletí*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3): 167—176.

Rozpojování částic materiálu v úderovém mlýně je nespojitý proces. Jako takový byl charakterizován pravděpodobnostmi zásahu hmoty kladívky a pravděpodobnostmi jejího propadu mlecím sítem. V prvním přiblížení byly pravděpodobnosti považovány za nezávislé na velikosti částic. Pro různé situace, dané v podstatě konstrukcí mlýna a velikostí otvorů mlecího síta, byly odvozeny matematické vztahy umožňující výpočet hmotnosti materiálu rotujícího v mlecím prostoru, střední doby setrvání materiálu v tomto prostoru a granulometrického složení produktu mletí. Pomocí pravděpodobnosti zásahu bude možné dát do souvislosti charakteristiky pohybu částic v mlecím prostoru, fyzikální poznatky o rozpojování jednotlivých částic materiálu, granulometrické složení produktu mletí a konstrukční parametry mlecího prostoru. Střední počet zásahů mletého materiálu kladívky představuje jednu z nejdůležitějších charakteristik přenosu energie v mlecím prostoru.

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

Mletí patří v zemědělství i v mnoha dalších průmyslových odvětvích k nejdůležitějším technologickým operacím. Dřívější výzkum procesu mletí, iniciovaný pracemi Rittingera a Kicka, se týkal především závislosti spotřeby energie na různých veličinách, odvozených z granulometrického složení semletého materiálu (Akunov, 1967; Bond, 1952, 1954; Bond a Wang Jen-Tung, 1950; Djingheuzian, 1952; Headley a Pfost, 1968; Hnilica a Krupička, 1972; Holmes, 1957; Charles, 1957; Chodakov, 1969; Pfost a Headley, 1971). Velký počet prací byl věnován odvození nebo vhodnému matematickému vyjádření granulometrických charakteristik (McAdams, 1965; Andrejev, 1968; Andrejev aj., 1959; Gaudin a Hukki, 1946; Gaudin a Meloy, 1962; Gaudin a Yavasca, 1946; Hald, 1959; Halmos, 1944; Hansen a Henderson, 1972; Hnilica, 1979; Irani a Fong, 1961; Melnikov, 1956). Výsledky těchto prací jsou použitelné jako kritéria pro regulaci procesu nebo pro srovnání vhodnosti různých konstrukčních úprav vyvíjených strojů. Dřívější teoretické poznatky jsou pouze fenomenologické, explicitně nevyjadřující podstatu probíhajících dějů. V nových pracích (např. Gardner a Austin, 1975; Gardner a Verghese, 1975; Gilvarry, 1961; Gilvarry a Bergstrom, 1961; Klimpel a Austin, 1965; Schönert, 1972) se na mletí pohlíží jako na stochastický proces a hledají se pro něj matematické modely. Většina prací se týká mletí v kulových mlýnech.

K poznání procesu úderového mletí velmi přispěla pozorování chování částic v mleté vrstvě materiálu, obíhající v mlecí komoře. Vrstva byla fotografována (Blažek, 1955, 1956) nebo filmována rychlokamerou (Krasnov a Syrovatka, 1966).

Tento článek se zabývá procesem úderového mletí z teoretického hlediska. Proces je popsán pomocí dvou základních statistických charakteristik — pravděpodobnosti zásahu materiálu kladívky a pravděpodobnosti jeho propadu sítím. Vytvořený matematický model umožňuje výpočet granulometrického složení semletého materiálu z výsledků rozpojení jednotlivým úderem, výpočet středního počtu zásahů hmoty a střední doby setrvání materiálu v mlecím prostoru.

NÁHODNÝ POHYB ČÁSTIC V MLECÍ KOMOŘE, JEJICH ZÁSAH KLAĐÍVKY A PROPAD MLECÍM SÍTEM

Pohyb částic v mlecí komoře i vznik nových částic při rozpojení původních jsou ovlivňovány náhodnými ději. Soubor pohybujících se částic ve směru souřadných os ξ, η, ζ může být proto popsán statistickými funkcemi $v_{\xi}(v_{\xi}, x, \eta)$, $v_{\eta}(v_{\eta}, x, \eta)$, $v_{\zeta}(v_{\zeta}, x, \eta)$ s významem hustot pravděpodobností definovaných na základě četností. Veličina $v_{\xi}(v_{\xi}, x, \eta) dx dv_{\xi} d\eta$ je pravděpodobnost výskytu částic s rozměry v intervalu $x \pm \frac{1}{2} dx$, o složce rychlosti pohybu ve směru osy ξ v intervalu $v_{\xi} \pm \frac{1}{2} dv_{\xi}$, nacházejících se v intervalu vzdáleností $\eta \pm \frac{1}{2} d\eta$ od mlecího síta. Experimentálně se tyto funkce stanoví vyhodnocením snímků mlecího prostoru, pořízených rychlokamerou.

Pomocí uvedených funkcí bylo možné odvodit pravděpodobnost zásahu částic kladívky $\pi_Z(x)$ a pravděpodobnost jejich propadu sítím $\pi_P(x)$. Pravděpodobnosti jsou obecně závislé na rozměru částic x . Jsou vztaženy k časovému intervalu $\Delta t(x)$, který odpovídá střední době oběhu mlecí komory rozdílou rychlostí $v_k - v$, dělené počtem řad kladívek n . Rychlost v_k je obvodová rychlost konců kladívek. Ve výrazech pro $\pi_Z(x)$ a $\pi_P(x)$ vystupují také hlavní konstrukční parametry mlecího prostoru. Detailní odvození výrazů ze statistických představ je zdlouhavé a bude publikováno zvlášť. Z teoretických vztahů a z pozorování v práci Krasnova a Syrovatky (1966) jsou patrné trendy, které vedou ke snížení závislosti π_Z a π_P na velikost částic. Přibližně lze proto proces popsat za zjednodušujících předpokladů a pravděpodobnosti vztáhnout k intervalu

$$\Delta t = \frac{2\pi r_s}{v_k - v} \cdot \frac{1}{n} \quad (1)$$

kde: v — střední obvodová rychlost rotující vrstvy
 r_s — poloměr mlecího síta

POPIS PROCESU MLETÍ, VYCHÁZEJÍCÍ Z NESPOJITOSTI ÚDERU NA MATERIÁL

Proběh rotující vrstvy materiálu jednou řadou kladívek při relativní rychlosti $v_k - v$ lze považovat za pokus o zásah s pravděpodobností π_Z , proběh k řad kladívek za k pokusů o zásah. Pravděpodobnost zásahu může být obecně závislá na pořadí pokusů. Platí to především v případě prvního pokusu v blízkosti vpádového otvoru, kdy je ještě obvodová rychlost částic malá. Pravděpodobnost propadu může být závislá na celkovém počtu zásahů hmoty. Důležité je především uvážit obvyklý rozdíl v pravděpodobnosti propadu nesešleť části materiálu a části alespoň jednou zasažené kladívky.

a) Řešení za předpokladu, že π_Z a π_P jsou nezávislé na pořadí pokusů a na počtu zásahů hmoty kladívky

Pravděpodobnost, že materiál nebude zasažen během jednoho pokusu, je $(1 - \pi_Z)$, pravděpodobnost, že během jednoho intervalu nepropadne, je $(1 - \pi_P)$. Zásah kladívky

a propad jsou nezávislé děje. Pravděpodobnost toho, že materiál v mlecí komoře setrvá a nebude zasažen během doby Δt , je $(1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)$.

Podobně pravděpodobnost setrvání úderem rozpojeného materiálu, ke kterému došlo v intervalu Δt , po dobu tohoto intervalu, je $\pi_Z(1 - \pi_P)$. Pravděpodobnost propadu struktury za dobu Δt nezměněné během této doby je $\pi_P(1 - \pi_Z)$ a konečně ke změně struktury a jejímu propadu sítím za interval Δt dojde s pravděpodobností $\pi_Z\pi_P$. Pomocí hodnot těchto pravděpodobností je možné sestavit rekurentní vztahy pro obsah struktury materiálu, vytvořené určitým počtem po sobě následujících úderů jak v materiálu propadlém sítím, tak v materiálu setrvávajícím ve šrotovací komoře.

Pravděpodobnost vzniku a setrvání struktury i -tého řádu (tzn. takové, která byla vytvořena i zásahy veškeré hmoty) během k po sobě následujících pokusů ($P_{i^s, k}$) je dána rekurentním vztahem

$$P_{i^s, k} = P_{i^s, k-1} \cdot \pi_Z(1 - \pi_P) + P_{i^s, k-1}(1 - \pi_Z)(1 - \pi_P) \quad (2)$$

$$i = 0, 1, 2, 3, \dots; \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots; \quad k \geq i$$

přičemž:

$$P_{m^s, n} = 0 \quad \text{pro } m > n \quad \text{a pro } m < 0$$

Odtud je:

$$P_{0^s, k} = (1 - \pi_Z)^k (1 - \pi_P)^k \quad (3)$$

Pravděpodobnost $P_{i^P, k}$ propadu struktury i -tého řádu během k intervalů Δt je:

$$P_{i^P, k} = P_{i^s, k-1} \cdot \pi_Z\pi_P + P_{i^s, k-1}(1 - \pi_Z)\pi_P \quad (4)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Ze vztahů jednoduše plyne

$$P_{0^P, k} = \pi_P(1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)^{k-1}(1 - \pi_Z)^{k-1} \quad (5)$$

Výsledná struktura materiálu propadlého sítím je určována rovnicí:

$$\begin{aligned} P_{i^P, c} &= \pi_Z\pi_P \sum_{k=1}^{\infty} P_{i^s, k-1} + (1 - \pi_Z)\pi_P \sum_{k=1}^{\infty} P_{i^s, k-1} = \\ &= \pi_Z\pi_P \sum_{k=i}^{\infty} P_{i^s, k-1} + (1 - \pi_Z)\pi_P \sum_{k=i+1}^{\infty} P_{i^s, k-1} \end{aligned} \quad (6)$$

Z rekurentního vzorce (2) lze postupným dosazováním odvodit pro $P_{i^s, k}$ explicitní vztah

$$P_{i^s, k} = a_{i, k} \pi_Z^i (1 - \pi_P)^i (1 - \pi_Z)^{k-i} (1 - \pi_P)^{k-i} \quad (7)$$

ve kterém pro koeficienty $a_{i, k}$ platí:

$$a_{i, k} = a_{i-1, k-1} + a_{i, k-1} \quad i \leq k \quad (8)$$

přitom: $a_{m, n} = 1$ pro $m = n$
 $a_{m, n} = 0$ pro $m < 0$

Matematickou indukci lze odvodit, že koeficienty $a_{i, k}$ odpovídají kombinačním číslům $\binom{k}{i}$. S použitím Pascalova pravidla (Hátle a Likeš, 1974) lze rovnici (8) přepsat do tvaru

$$\binom{k}{i} = \binom{k-1}{i-1} + \binom{k-1}{i} \quad (9)$$

takže obecný člen $P_{i^s, k}$ je dán výslednou rovnicí

$$P_{i^s, k} = \binom{k}{i} \pi_Z^i (1 - \pi_P)^i (1 - \pi_Z)^{k-i} (1 - \pi_P)^{k-i} \quad (10)$$

$$i \leq k; \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Po dosažení tohoto výsledku do rovnice (6) mohou být vypočteny pravděpodobnosti obsahu struktury i -tého řádu ve výsledném produktu

$$P_{o^P, c} = (1 - \pi_Z) \pi_P \sum_{k=1}^{\infty} P_{o^s, k-1} = \frac{(1 - \pi_Z) \pi_P}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \quad (11)$$

pro $i = 0$

$$P_{i^P, c} = \frac{\pi_P}{(1 - \pi_P)[1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)]} \cdot \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^i \quad (12)$$

pro $i > 0$

Pravděpodobnost obsahu struktury i -tého řádu v rotujícím materiálu při konstantní výkonnosti mlýna je

$$P_{i^{SN}, c} = \pi_P \cdot \sum_{k=0}^{\infty} P_{i^s, k} = \frac{\pi_P}{[1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)]} \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^i \quad (13)$$

Koeficient π_P před sumačním znaménkem má význam normy. Normování je nutné proto, že $P_{i^s, k}$ jsou počítány pro skokový vstup materiálu a $P_{i^{SN}, c}$ odpovídá ustálenému stavu.

Střední počet zásahů materiálu kladívky je

$$\bar{i} = \sum_{i=0}^{\infty} i P_{i^P, c} = \frac{\pi_Z}{\pi_P} \quad (14)$$

Je to jedna z veličin, charakterizujících proces přenosu energie na mletý materiál.

b) Řešení za předpokladu, že pravděpodobnosti zásahu a propadu π_{1Z} , π_{1P} v prvním intervalu Δt po vstupu do mlecího prostoru jsou jiné než v dalších intervalech, kdy jsou rovny π_Z , π_P

Výsledky poměrně zdlouhavých výpočtů jsou:

$$P_{o^P, c} = (1 - \pi_{1Z}) \pi_{1P} + (1 - \pi_{1Z})(1 - \pi_{1P}) \frac{(1 - \pi_Z) \pi_P}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \quad (15)$$

pro $i = 0$

$$P_{i^P, c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \left[\pi_{1Z} + \pi_Z \frac{(1 - \pi_{1Z})(1 - \pi_{1P})}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right] \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^{i-1} \quad (16)$$

pro $i > 0$

$$P_{o^{SN}, c} = \frac{\pi_P}{1 + (1 - \pi_{1Z})(\pi_P - \pi_{1P})} \cdot \frac{(1 - \pi_{1Z})(1 - \pi_{1P})}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \quad (17)$$

$$P_{i^{SN},c} = \frac{\pi_P}{1 + (1 - \pi_{1Z})(\pi_P - \pi_{1P})} \cdot$$

$$\cdot \frac{\pi_Z(1 - \pi_{1Z})(1 - \pi_{1P}) + \pi_{1Z}[1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)]}{\pi_Z[1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)]} \cdot \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^i \quad (18)$$

pro $i > 0$

$$\bar{i} = \frac{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)}{\pi_P} \cdot \left[\pi_{1Z} + \pi_Z \frac{(1 - \pi_{1Z})(1 - \pi_{1P})}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right] \quad (19)$$

c) Řešení za předpokladu, že pravděpodobnost propadu nerozpojeného materiálu je nulová, rozpojeného π_P a zásahu π_Z

Tento případ je v praxi velmi důležitý. Pravděpodobnost setrvání nerozpojeného materiálu po dobu k intervalů Δt od vstupu do mlecího prostoru je

$$P_{0^S,k} = (1 - \pi_Z)^k \quad (20)$$

Pravděpodobnost jeho přeměny na strukturu prvního řádu je pro k -tý interval rovna $\pi_Z(1 - \pi_Z)^{k-1}$, přičemž přeměněná struktura setrvává s pravděpodobností $\pi_Z(1 - \pi_P)(1 - \pi_Z)^{k-1}$. Položíme-li nyní $k = m$, pak v dalších intervalech $k > m$ se struktura prvního řádu přeměňuje ve vyšší a propadáva. Považuje-li se struktura prvního řádu za výchozí vzhledem k m , je příspěvek m -tého intervalu k celkové pravděpodobnosti i -té struktury

$$mP_{i^S,k} = \pi_Z(1 - \pi_P)(1 - \pi_Z)^{m-1} \cdot P_{i^S-1,k-m} =$$

$$= \pi_Z(1 - \pi_P)(1 - \pi_Z)^{m-1} \binom{k-m}{i-1} \pi_Z^{i-1}(1 - \pi_P)^{i-1} [(1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)]^{(k-m)-(i-1)}$$

pro $k - m \geq i - 1$ (21)

Za $P_{i^S-1,k-m}$ bylo dosazeno z rovnice (10)

$$mP_{i^S,k} = 0 \quad \text{pro } k - m < i - 1 \quad (22)$$

Pravděpodobnost vzniku a setrvání i -té struktury během k po sobě následujících intervalů Δt od skokového vstupu materiálu do mlecího prostoru je nyní

$$P_{i^S,k} = \sum_{m=1}^k mP_{i^S,k} = (1 - \pi_Z)^k \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{\pi_P(1 - \pi_Z)} \right]^i \cdot$$

$$\cdot \frac{k!}{(k-i)! \cdot (i-1)!} \int_0^{\pi_P} t^{i-1} (1-t)^{k-i} dt \quad (23)$$

Další výsledky důležité pro tento případ jsou:

$$P_{i^S,c} = \sum_{k=1}^{\infty} P_{i^S,k} = \sum_{k=i}^{\infty} P_{i^S,k} = \frac{1}{\pi_Z} \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^i \quad \text{pro } i \geq 1 \quad (24)$$

$$P_{i^P,c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^{i-1} \quad \text{pro } i \geq 1 \quad (25)$$

$$P_{i^{SN},c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \left[\frac{\pi_Z(1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)} \right]^i \quad \text{pro } i \geq 0 \quad (26)$$

$$\bar{i} = 1 + \pi_Z(\pi_P^{-1} - 1) \quad (27)$$

d) Řešení za předpokladu, že pravděpodobnost propadu nerozpojeného materiálu je nulová a pravděpodobnost zásahu v prvním intervalu Δt po vpadu do mlecí komory je odlišná, rovná π_{1Z}

Pravděpodobnost setrvání výchozí granulometrické struktury materiálu po k intervalech Δt od okamžiku vstupu je:

$$P_{0^s, k} = (1 - \pi_{1Z}) (1 - \pi_Z)^{k-1} \quad (28)$$

Pravděpodobnost setrvání granulometrické struktury prvního řádu, vytvořené v prvním intervalu, po dobu tohoto intervalu je $P_{1,1}^s = \pi_{1Z} (1 - \pi_P)$. Pravděpodobnost setrvání i -té struktury, vznikající z první struktury vytvořené v prvním intervalu, je:

$${}_1P_{i^s, k} = \pi_{1Z} (1 - \pi_P) \binom{k-1}{i-1} \pi_Z^{i-1} (1 - \pi_P)^{i-1} [(1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)]^{(k-1)-(i-1)} \quad (29)$$

pro $i \geq 1, k \geq i$

a tatáž pravděpodobnost pro i -tou strukturu vznikající z první struktury vytvořené v m -tém intervalu je:

$${}_mP_{i^s, k} = \pi_Z (1 - \pi_P) (1 - \pi_{1Z}) (1 - \pi_Z)^{m-2} \binom{k-m}{i-1} \pi_Z^{i-1} (1 - \pi_P)^{i-1} \cdot [(1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)]^{(k-m)-(i-1)} \quad (30)$$

pro $k - m \geq i - 1, m > 1$

$${}_mP_{i^s, k} = 0 \quad \text{pro } k - m < i - 1 \quad (31)$$

Pravděpodobnost vzniku a setrvání i -té struktury v mlecí komoře během k intervalů Δt od vpadu materiálu je:

$$P_{i^s, k} = {}_1P_{i^s, k} + \sum_{m=2}^{\infty} {}_mP_{i^s, k} = {}_1P_{i^s, k} + \pi_Z^i (1 - \pi_P)^i (1 - \pi_{1Z}) (1 - \pi_Z)^{k-1-i} \cdot \pi_P^{-1} \frac{(k-1)!}{(k-1-i)! (i-1)!} \int_0^{\pi_P} t^{i-1} (1-t)^{k-1-i} dt \quad (32)$$

pro $k \geq i + 1$

$$P_{i^s, k} = {}_1P_{i^s, k} \quad \text{pro } k = i, i \geq 1 \quad (33)$$

Nejdůležitější výsledky jsou:

$$P_{i^s, c} = \frac{1}{\pi_Z} \left[\frac{\pi_Z (1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)} \right]^i \quad i \geq 1 \quad (34)$$

$$P_{0^{SN}, c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P) + \pi_P (\pi_Z - \pi_{1Z})} \left[\frac{1 + (\pi_Z - \pi_{1Z})}{i=0} \right] \quad (35)$$

$$P_{i^{SN}, c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P) + \pi_P (\pi_Z - \pi_{1Z})} \left[\frac{\pi_Z (1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)} \right]^i \quad (36)$$

pro $i \geq 1$

$$P_{i^P, c} = \frac{\pi_P}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)} \left[\frac{\pi_Z (1 - \pi_P)}{1 - (1 - \pi_Z) (1 - \pi_P)} \right]^{i-1} \quad \text{pro } i \geq 1 \quad (37)$$

Granulometrické složení propadlého materiálu v tomto případě nezávisí na pravděpodobnosti zásahu v prvním intervalu času Δt . Střední počet zásahů materiálů je dán rovnicí (27).

STŘEDNÍ DOBA SETRVÁNÍ MATERIÁLU V ÚDEROVÉM MLÝNĚ, HMOTNOST MATERIÁLU ROTUJÍCÍHO V MLECÍM PROSTORU A GRANULOMETRICKÉ SLOŽENÍ PRODUKTŮ MLETÍ

Hmotnost materiálu rotujícího v mlecím prostoru je při ustálené výkonnosti mlýna Q dána obecně vztahem

$$m = Q \Delta t \sum_{i=0}^{\infty} P_{i^s, c} = Q \Delta t \frac{P_{i^s, c}}{P_{i^{SN}, c}} \quad (38)$$

Střední doba setrvání materiálu v mlecím prostoru je rovna

$$\tau = m/Q \quad (39)$$

přičemž v případě konstantní hodnoty π_Z pro všechny intervaly Δt je $\tau = \bar{i} \cdot \Delta t / \tau_Z$. Poměr $\Delta t / \tau_Z$ je zde střední doba mezi zásahy hmoty.

Pro jednotlivé řešené případy jsou hodnoty $\sum_{i=0}^{\infty} P_{i^s, c}$ tyto:

- π_P^{-1}
- $\frac{1 + (1 - \pi_{1Z})(\pi_P - \pi_{1P})}{\pi_P}$
- $\frac{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P)}{\pi_Z \pi_P}$
- $\frac{1 - (1 - \pi_Z)(1 - \pi_P) + \pi_P(\pi_Z - \pi_{1Z})}{\pi_Z \pi_P}$

Maximální hodnota m je omezena konstrukcí mlýna. Rovnice (39) ukazuje na souvislost maximální výkonnosti s veličinami charakterizujícími proces mletí.

Granulometrické složení semletého materiálu, charakterizované distribuční funkcí spojitého rozdělení, je pro všechny uvedené modely dáno obecným vzorcem:

$$H(x) = \sum_{i=0}^{\infty} P_{i^P, c} H_i(x) \quad (40)$$

kde: $H_i(x)$ — distribuční funkce granulometrické struktury materiálu i -tého řádu a platí pro ni rekurentní vztah

$$\frac{dH_i(x)}{dx} = h_i(x) = \int_x^{x_{max}} K(x, s) h_{i-1}(s) ds \quad (41)$$

kde: $h_{i-1}(s) = \frac{dH_{i-1}(s)}{ds}$

$K(x, s)$ — hustota pravděpodobnosti vzniku částic o rozměru x po rozpojení původní částice o rozměru s při jednotlivém úderu kladívka na částici; obvykle bývá $H(x)$, a tedy i $K(x, s)$ definováno hmotově

Různí autoři se pokusili nalézt obecný analytický tvar distribuční funkce fragmentů jednotlivě rozpojovaných částic (McAdams, 1965; Gilvarry, 1961; Gilvarry a Bergstrom, 1961; Klimpel a Austin, 1965). Výpočty vycházely vždy z určitých apriorních předpokladů o mechanismu rozpojování, ve kterých se soudobé poznatky fyziky dynamického lomu neodrážejí zcela přesně.

Za nejúspěšnější výsledek lze považovat vztah (podle Klimpela a Austina, 1965)

$$K(x, s) = 1 - [1 - (x/s)]^{r_L} \cdot [1 - (x/s)^2]^{r_s} \cdot [1 - (x/s)^3]^{r_v} \quad (42)$$

kde je možno přibližně dosadit

$$r_L = \gamma_L k_L s, \quad r_s = \gamma_s \cdot k_s s^2, \quad r_v = \gamma_v k_v s^3$$

Konstanty γ zde označují po řadě hustoty hranových, plošných a objemových trhlin aktivovaných napětím a konstanty k jsou tvarové faktory. Funkci (42) bude možné použít v některých pracovních hypotézách.

MOŽNOSTI NEPŘÍMÉHO MĚŘENÍ PRAVDĚPODOBNOSTÍ π_Z, π_P

Výpočet pravděpodobností z uvedených funkcí, které musí být také experimentálně stanoveny, je dosti obtížný. Nepřímo mohou být vypočteny pomocí časových konstant λ a α procesu. Zavedeme-li

$$\pi_Z = \frac{\lambda t}{k}; \quad \pi_P = \frac{\alpha t}{k} \quad (43)$$

je možné aproximovat pravděpodobnosti $P_{i^s, k}$ spojitými funkcemi času použitím limitního přechodu pro $k \rightarrow \infty$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} P_{i^s, k} = P_{i^s}(t) \quad (44)$$

Podrobněji o tom bude pojednáno v souvislosti s kinetikou mletí v jiném příspěvku.

Z funkcí $P_{i^s}(t)$ lze odvodit funkce $P_i^P(t)$. Derivace jejich sumy přes všechna i představuje odezvu sítím propadlé hmoty na skokový vstup jednotky hmoty v čase $t = 0$ do mlecí kmory. Pro případ c) řešený v předchozí kapitole tohoto článku vyjde

$$P^P(t) = \sum_{i=1}^{\infty} P_i^P(t) = \frac{\alpha \lambda}{\lambda - \alpha} \left[\frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) - \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}) \right] \quad (45)$$

Okamžitá hodnota pravděpodobnosti propadu v jednotce času, tj. odezva na skokový vstup hmoty, je

$$\frac{dP^P(t)}{dt} = \frac{\alpha \lambda}{\lambda - \alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\lambda t}) \quad (46)$$

Časové průběhy těchto funkcí jsou měřitelné za použití stopovacího materiálu podobných fyzikálních vlastností, jako má mletý materiál. Může být např. radioaktivně značený. Z průběhů funkcí lze stanovit λ a α . Pravděpodobnosti mohou být vyčísleny ze vzorců (43), kam se za k dosadí počet řad kladívek na rotoru mlýna a za t hodnota Δt z rovnice (1).

Literatura

- McADAMS, H. T.: On estimating the parameters of the Gaudin-Malloy equation. SME Trans., 1965, s. 187.
 AKUNOV, V. I.: Strujnyje melnicy. Elementy teorii i rasčota. Moskva, Izd. Mašino-strojenije 1967.
 ANDREJEV, S. E.: Po povodu oboščennogo zakona droblenija. Gornyj žurnal, 1968, č. 5, s. 28.

- ANDREJEV, S. E. — TOVAROV, V. V. — PEROV, V. A.: Zakonomernosti izmelčeniya i isčisleniya karakteristik granulometričeskogo sostava. Moskva, Gos. naučo-těch. izd. lit. po čornoj i cvetnoj metalurgii 1959.
- BLAŽEK, J.: Činnost kladívkového šrotovníku. [Závěrečná zpráva k výzkumnému úkolu M-17.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1955.
- BLAŽEK, J.: O činnosti kladívkového šrotovníku. Mech. Elektr. Zeměd., 1956, č. 4, s. 245.
- BOND, F. C.: The third theory of comminution. Trans. AIME, 193, 1952, s. 484, Min. Engng, May 1952, s. 484.
- BOND, F. C.: Crushing and grinding calculations. Can. Min. Metall. Bull., 47, 1954, č. 506, s. 446.
- BOND, F. C. — WANG JEN-TUNG: A new theory of comminution. Trans. AIME, 187, 1950, s. 871.
- DJINGHEUZIAN, L. E.: The influence of temperature on efficiency of grinding. Can. Min. Metall. Bull., 45, 1952, č. 487, s. 658.
- GARDNER, R. P. — VERGHESE, K.: A model with closed form of analytic solution law to particles having a distribution of strengths. Powder Technol., 12, 1975, s. 65.
- GARDNER, R. P. — VERGHESE, K.: A model with closed form of analytic solution for steady-state, closed circuit comminution processes. Powder Technol., 11, 1975, s. 87.
- GAUDIN, A. M. — HUKKI, R. T.: Principles of comminution — Size and surface distribution. Trans. AIME, 169, 1946, s. 67.
- GAUDIN, A. M. — MELOY, T. P.: Model and comminution distribution equation for single fracture. Trans. Metall. Soc. AIME, 223, 1962, s. 40.
- GAUDIN, A. M. — YAVASCA, S. S.: Principles of comminution — Size and surface distribution. Trans. AIME, 169, 1946, s. 88.
- GILVARRY, J. J.: Fracture of brittle solids. I. Distribution function for fragment size in single fracture (theoretical). J. appl. Phys., 32, 1961, č. 3, s. 391.
- GILVARRY, J. J. — BERGSTROM, B. H.: Fracture of brittle solids. II. Distribution function for fragment size in single fracture (experimental). J. appl. Phys., 32, 1961, č. 3, s. 400.
- HALD, A.: Statistical theory with engineering applications. New York, London, 1959.
- HALMOS, P. R.: Random alms. Annls Math. Stat., 15, 1944, s. 182.
- HANSEN, R. C. — HENDERSON, S. M.: Development of size measurement and representation for ground cereal grains. Trans. ASAE, 15, 1972, s. 510.
- HÁTEL, J. — LIKEŠ, J.: Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1974.
- HEADLEY, V. E. — PFOST, H. B.: A comminution equation relating energy to surface area by the log. probability method. Trans. ASAE, 11, 1968, č. 3, s. 331.
- HNILICA, P.: Reologické vlastnosti zrnin a problematika jejich fragmentace při úderovém mletí. [Kandidátská disertace.] Praha 1979. — Vysoká škola zemědělská.
- HNILICA, P. — KRUPÍČKA, B.: Vztahy struktury rozmělněného materiálu, spotřeby energie a konstrukce pracovních orgánů strojů. In: Sborník MF VŠZ, Praha 1972.
- HOLMES, J. A.: A contribution to the study of comminution — a modified form of Kick's law. Trans. Instn. Engrs, 35, 1957, s. 125.
- CHARLES, R. J.: Energy-size reduction relationship in comminution. Min. Engng., 9, 1957, č. 1, s. 80.
- CHODAKOV, G. S.: O kinetike tonkogo izmelčeniya kvarca. DAN SSSR, 134, 1969, č. 3, s. 574.
- IRANI, R. R. — FONG, W. S.: Measurements of particle size distribution of flour. Cereal Chem., 38, 1961, s. 67.
- KLIMPEL, R. R. — AUSTIN, L. G.: The statistical theory of primary breakage distributions for brittle materials. SME Trans., March 1965, s. 88.
- KRASNOV, V. S. — SYROVATKA, V. I.: Izmelčeniye zerna v molotkovykh drobilkach. Mech. Elektr. Soc. Selsk. Choz., 1966, č. 9, s. 4.
- MELNIKOV, S. V.: Približonnij metod ocenki kačestva razmola zernovykh kormov na molotkovykh drobilkach. Dokl. VASCHNIL, 11, 1956, s. 41.
- PFOST, H. B. — HEADLEY, V. E.: Use of logarithmic-normal distribution to describe hammermill performance. Trans. ASAE, 14, 1971, č. 3, s. 531.
- SCHÖNERT, K.: Eine mathematische Beschreibung des kombinierten Prozessen Konvektion-Diffusion-Zerkleinern. Sonderdruck aus Dechema-Monographien, Band 69, 1972, Inst. für mechanische Verfahrenstechnik, Universität Karlsruhe.

Došlo dne 8. 8. 1980

ГНИЛИЦА, П. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): **Вероятностная модель процесса ударного помола.** Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 167-176.

Разъединение частиц материала в ударной мельнице есть несвязный процесс. Как таковой он был охарактеризован вероятностями удара молотков о массу и вероятностями ее проваливания через грохот. При первом приближении вероятности считали независимыми от величины частиц. Для различных ситуаций, данных в сущности конструкцией мельницы и величиной ячеек грохота, были выведены математические уравнения, позволяющие высчитать массу материала, вращающегося в камере помола, среднее времени пребывания материала в данной камере и гранулометрического состава продукта помола. С помощью вероятности удара можно будет привести во взаимосвязь характеристики движения частиц в камере помола, физические познания относительно разъединения отдельных частиц материала, гранулометрический состав продукта помола и конструктивные параметры камеры помола. Среднее число ударов молотков по молотому материалу представляет одну из важнейших характеристик передачи энергии в камере помола.

ударная мельница; математическая модель процесса; вероятность удара молотков о материал; вероятность проваливания материала на грохоте; время пребывания в камере помола; гранулометрический состав; среднее число ударов о массу; постоянные времени процесса

HNILICA, P. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): *Probability Model of the Process of Impact Milling.* Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 167-176.

The crushing of material particles in a hammer mill is a discontinuous process. It was characterized by the impact probability by the crushing hammers and by the probability of the falling of the material through the screen. During first approximation, these probabilities were taken as independent on the size of the particles. For different situations, given by the design of the mill and by the mesh size of the screen, mathematical equations were elaborated making it possible to calculate the mass of the material rotating in the mill drum, the mean time of dwell of the material in this space, and the granulometric composition of the milled product. The probability calculation will enable to consider the characteristics of particle movement in the mill drum, physical knowledge about the crushing of material particles, granulometric compositions of the milling product, and the structural parameters of the milling space. The mean number of impacts of the hammers on the milled material is one of the most important characteristics of energy transfer in the milling space.

hammer mill; hammers; mathematical model of process; hitting probability of hammers; probability of material falling through screen; time of material dwell in milling space; granulometric composition; mean number of hits; time constants of process

HNILICA, P. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha - Suchdol): *Wahrscheinlichkeitsmodell des Schlagmahlprozesses.* Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 167-176.

Das Lösen der Werkstoffteilchen in der Schlagmühle ist ein unetstetiger Prozess. Als solcher wurde er durch Wahrscheinlichkeiten des Werkstofftreffens mit Schlägern und durch Wahrscheinlichkeiten des Werkstoffdurchfalles durch das Mahlsieb charakterisiert. In der ersten Annäherung wurden die Wahrscheinlichkeiten als unabhängig von der Größe der Teilchen betrachtet. Für verschiedene Zustände, die im wesentlichen durch die Mühlenbauweise und Größe der Mahlsieboffnungen gegeben sind, wurden mathematische Beziehungen abgeleitet, die die Berechnung der Masse des im Mahlraum rotierenden Werkstoffes, der mittleren Dauer des Werkstoffverbleibens in diesem Raum und der granulometrischen Zusammensetzung des Mahlproduktes ermöglichen. Mittels der Trefferwahrscheinlichkeit wird es möglich sein, die Charakteristiken der Teilchenbewegung im Mahlraum, physikalische Erkenntnisse über das Lösen einzelner Werkstoffteilchen, granulometrische Zusammensetzung des Mahlproduktes und Konstruktionsparameter des Mahlraumes in Zusammenhang zu bringen. Die mittlere Anzahl der Treffer des Mahlgutes mit Schlägern stellt eine der wichtigsten Charakteristiken der Energieübertragung im Mahlraum dar.

Schlagmühle; Schlägern; mathematisches Prozeßmodell; Wahrscheinlichkeit des Werkstofftreffers mit Schlägern; Wahrscheinlichkeit des Werkstoffdurchfalles durch das Sieb; Dauer des Verbleibens im Mahlraum; granulometrische Zusammensetzung; Anzahl der Werkstofftreffer; Zeitkonstanten des Prozesses

Adresa autora:

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

POSOUZENÍ SAMOJÍZDNÝCH SKLIZEČŮ CUKROVKY Z HLEDISKA HLUKU A VIBRACÍ

J. Staněk, J. Šiška

STANĚK, J. — ŠIŠKA, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha; Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha): *Posouzení samojízdných sklizečů cukrovky z hlediska hluku a vibrací*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) :177-190.

Při řešení ergonomických otázek v zemědělské technice byly zhodnoceny šestiřádkové samojízdné sklizňové stroje na cukrovku z hlediska hluku a vibrací. Měření se týkala strojů používaných v našem zemědělství, a to šestiřádkového samojízdného ořezávače chrástu 6-OCS čs. výroby a šestiřádkového samojízdného vyorávače bulev sovětské výroby. Byly zjišťovány hodnoty hluku v kabinách i v okolí strojů a vibrace přenášené na pracovníky v pásmech kmitočtů 2 až 1500 Hz. Z uskutečněných měření lze konstatovat: hladiny hluku na pracovních místech strojů při práci jsou vesměs překračovány, a to při zavřených i otevřených dveřích kabin. Z pozorování těchto hodnot dále vyplynulo, že zvuková izolace kabin je nedokonalá. Hladiny vnějšího hluku zjišťované ve vzdálenosti 10 m při práci strojů jsou poměrně příznivé, naskýtají se však v tomto ohledu jistě možnosti dalšího snížení hluku. Hodnoty vibrací u obou strojů přenášených na celé tělo a na ruce obsluhy nepřesahovaly nejvýše přípustné hladiny zrychlení vibrací.

hluk; samojízdný šestiřádkový ořezávač chrástu 6-OCS; samojízdný šestiřádkový vyorávač bulev KS-6; hladiny a spektra hluku v kabinách; hladiny a spektra vnějšího hluku; hladiny zrychlení vibrací

S pokračujícím technickým rozvojem ve výrobě se dostává do popředí nutnost uplatňovat ergonomické zásady jak při vývoji strojů a zařízení, tak i při práci s nimi. Toto hledisko platí rovněž pro zemědělskou výrobu a zvláště pro zemědělskou techniku. Jedná se zejména o ochranu zdraví pracovníků obsluhujících stroje a traktory a o vytváření vhodného pracovního prostředí na pracovních místech. Závažnými škodlivinami negativně ovlivňujícími pracovní prostředí a rostoucími se zaváděním mechanizace jsou hluk a vibrace. Neustálé zvyšování hladiny hluku a vibrací v zemědělské výrobě se stává stále větším problémem a nežádoucím průvodním jevem moderní techniky, neboť hluk a vibrace narušují pracovní pohodu člověka a mají škodlivý vliv na jeho organismus. Vznik hluku a vibrací při práci strojů nelze sice úplně vyloučit, je však bezpodmínečně nutné obě tyto škodliviny omezovat alespoň na úroveň odpovídající hygienickým předpisům a s ohledem na technické možnosti. Hlavními příčinami hluku a vibrací jsou u mobilních strojů činnost motoru a pohyb stroje v nerovném terénu. Přitom se však zároveň uplatňují i další zdroje hluku a vibrací, jako je pojezdové ústrojí,

kabina apod. Také cesty, kterými se šíří hluk a vibrace, jsou velmi komplikované. V podstatě se jedná o velmi složitý soubor otázek, jehož poznávání přispívá k omezování hluku a vibrací a jejich škodlivých účinků a ke snižování lidské zátěže. Tyto otázky vystupují do popředí rovněž u samojízdných sklizečů cukrovky, tj. u šestiřádkových ořezávačů chrástu a vyorávačů bulv.

METODIKA

Cílem řešení bylo vyhodnotit stroje pro sklizeň cukrovky, a to šestiřádkový samojízdný ořezávač chrástu 6-OCS a šestiřádkový samojízdný vyorávač bulv KS-6 z hlediska hluku a vibrací na pracovních místech jejich obsluhy a z hlediska hluku šířícího se od těchto strojů do okolního prostředí. Za tímto účelem byla uskutečněna měření obou těchto strojů při sklizni cukrovky. Samojízdný šestiřádkový ořezávač chrástu 6-OCS československé výroby a samojízdný šestiřádkový vyorávač bulv sovětské výroby pracují současně v jedné technologické lince a úzce na sebe navazují.

Technický stav obou strojů byl v době měření bez závad a lze jej charakterizovat těmito údaji:

stroj	výrobní číslo	rok výroby	počet motohodin
6-OCS	1285	1978	92
KS-6	10843	1978	150

Sklizeň se uskutečnila v obtížných půdních podmínkách (půda jílovito-hlinitá, vlhkost půdy v hloubce 0–5 cm 31 %). K dopravě chrástu a bulv byly použity nákladní automobily Š-706 a Praga V3-S a traktor Z-6011 s přívěsem.

Hluk a vibrace byly měřeny přenosným zvukoměrem Brüel & Kjaer typu 2204 s připojeným oktávovým analyzátozem typu 1613 a s měřicími mikrofony pro volné a difúzní pole typu 4165 a 4166. Byly zjišťovány hladiny zvuku A v dB(A), celkové hladiny akustického hluku v dB(Lin) a hodnoty akustického spektra, tj. hladiny akustického tlaku v oktávových pásmech kmitočtů o rozsahu oktáv se středními kmitočty od 31,5 Hz do 8000 Hz. Ke zjišťování a posuzování dynamického rozsahu hladin zvuku bylo použito hladinového zapisovače Brüel & Kjaer typ 2306, připojeného ke zvukoměru. Při měření byly zaznamenány hladiny zvuku na registrační papír. Registraci sledovaných hladin hluku a vibrací při práci strojů na poli byla umožněna analýza časově proměnných hladin a stanovení středních výsledných hodnot. Byly zjišťovány jednak hladiny hluku v kabině — zvuková imise, jednak hladiny hluku vydávaného strojem do okolního prostoru. Vnější hluk byl sledován s ohledem na podmínky a požadavky ochrany životního prostředí. Měření hluku se uskutečnilo při stání strojů při minimálních otáčkách chodu motoru na prázdnou i při jmenovitých otáčkách motoru a při práci strojů na poli při jmenovitých otáčkách motoru.

Zvuková imise se zjišťovala v kabinách strojů ve výši hlavy, a to jednak v uzavřené kabině, jednak při otevřených dveřích, neboť je mnohdy nezbytné pracovat i v otevřené kabině.

Hodnoty vnějšího hluku byly zjišťovány na rovném otevřeném poli při stejných provozních podmínkách ve vzdálenosti 3 a 10 m od strojů a ve výši 1,5 m nad zemí.

Vibrace byly měřeny také zvukoměrem Brüel & Kjaer s připojeným snímačem zrychlení chvění (piezoelektrický akcelerometr) typu 4366 a s dalším příslušenstvím, jako jsou přípravky kripevnění snímače apod. Byly zjišťovány hladiny zrychlení vibrací L_a v dB (re 10^{-6} m.s⁻²). Odečtené údaje byly korigovány s ohledem na citlivost snímače podle instrukcí výrobce. K měření celkových vážených hladin zrychlení vibrací bylo dále použito přidavných kmitočtových filtrů IHE-1 a IHE-2 pro hodnocení celkových vibrací, přenášených na celé tělo, a vibrací místních, přenášených na ruce. Těmito korekčními filtry, připojenými ke zvukoměru, byly zjišťovány tzv. vážené (korigované) hladiny zrychlení. Údaje doplňují hodnoty naměřené s použitím oktávového analyzátozem typu 1613 a zahrnují oblast kmitočtů od 2 Hz výše.

Místa měření se nacházela na volantu, podlaze, sedadle a na ručním ovladači nejčastěji používaném pravou rukou (s dlouhou expoziční dobou přenosu vibrací na tělo).

Směr nejvyšší citlivosti použitého snímače připraveného na místech měření byl situován v hlavních osách na sebe kolmých, a to v ose x , y — vodorovně a v ose z — svisle. Ve výsledcích měření jsou pro stručnost pouze nejvyšší hodnoty z měření ve třech uvedených osách.

Metodika měření hluku a vibrací, zpracování a hodnocení naměřených údajů vycházela z platných předpisů, norem a návrhů novelizované metodiky, uvedených v přehledu literatury. V souladu s nimi byly určeny:

- hodnoty imisního hluku, tj. hluku na pracovním místě při obsluze strojů při práci a při stání strojů;
- hodnoty vnějšího hluku u stojících strojů a u strojů při práci;
- hladiny zrychlení vibrací přenášených na obsluhu strojů prostřednictvím volantu, podlahy, sedadla a ručních ovladačů.

Bližší údaje o provozních podmínkách strojů jsou uvedeny v části o výsledcích měření.

VÝSLEDKY

Naměřené hodnoty hluku a vibrací u obou strojů jsou uvedeny v tab. I až VII a v diagramech (obr. 1—6).

IMISNÍ HLUK

U čísel N, která jsou v tab. I půltučně, byly naměřeny příslušné hladiny akustického tlaku v oktávových pásmech kmitočtů a jsou gra-

I. Hodnoty imisního hluku v kabinách — Values of noise immission in the cabins

Ukazatel			6-OCS			KS-6		
			dB(A)	dB(Lin)	N	dB(A)	dB(Lin)	N
Při stání (zapojeno pracovní ústrojí)	minimální otáčky chodu naprázdno	zavřené dveře	67	100	65	74	102	70
		otevřené dveře	70	95	—	80	103	—
	jmenovité otáčky	zavřené dveře	83,5	91,5	78	84,5	110,5	82
		otevřené dveře	—	—	—	87	104	82
Při práci	jmenovité otáčky I. převodový stupeň	zavřené dveře	88	96	84	87	111	90
		otevřené dveře	90	98	89	88	107	85
	jmenovité otáčky II. převodový stupeň	zavřené dveře	—	—	—	84,5	109	87

II. Hladiny vnějšího hluku A v dB(A) při stání — Levels of external noise A, in dB(A), in standing machines

Měřeno ze vzdálenosti:	3 m				10 m			
Otáčky motoru:	minimální otáčky chodu naprázdno		jmenovité otáčky		minimální otáčky chodu naprázdno		jmenovité otáčky	
Stroj:	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6
Zleva	68	84	82	89	58	75	74	82
Zprava	69	79	85	88	61	74	75	81
Zepředu	56	75	70	84	52	70	65	79
Ze zadu	70	77	88	86	62	70	79	79

III. Hladiny vnějšího hluku A v dB(A) při práci (jmenovité otáčky) — Levels of external noise A, in dB(A), during the operation of the machines (rated revolutions)

Ukazatel		Stroj	
		6-OCS	KS-6
10 m od osy jízdy	zleva	84 dB(A) — včetně hluku nákladního automobilu Praga V3S a traktoru Z-6011 s přívěsem	81 dB(A)
		81 dB(A) — pouze hluk nákladního automobilu Praga V3S a traktoru Z-6011 s přívěsem	78 dB(A) — včetně hluku nákladního automobilu Škoda 706 pojezdějího vedle stroje — zleva
	zprava	81 dB(A)	80 dB(A) — včetně hluku nákladního automobilu Škoda 706 pojezdějího vedle stroje — zleva
Ve vzdálenosti 1 m od motoru		89 dB(A); 96 dB(Lin)	96 dB(A); 104 dB(Lin)

ficky znázorněny na obr. 1 až 4. Slouží k hodnocení a k vyjádření čísla třídy hluku N.

VNĚJŠÍ HLUK

U údajů, které jsou v tab. II půltučně, byly naměřeny příslušné hladiny akustického tlaku v oktávových pásmech kmitočtů. Jsou znázorněny graficky na obr. 5 a 6.

IV. Hladiny zrychlení vibrací L_a v dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$) při stání — minimální otáčky chodu naprázdno — Levels of vibration acceleration L_a in dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$) in standing machines (minimum revolutions at idle running)

Střední kmitočet oktávového pásma f_s (Hz)	Místa měření							
	volant		podlaha		sedadlo		ruční ovladač	
	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6
31,5	91	96	98	96	85	90	91	103
63	99	108]	97	94	93	86	94	101
125	100	103	91	100	84	79	84	96
250	84	88	90	101	66	68	81	94
500	80	83	90	95	53	65	84	97
1000	72	85	88	95	50	60	73	93

V. Hladiny zrychlení vibrací L_a v dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$) při stání — jmenovité otáčky — Levels of vibration acceleration L_a , in dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$), in standing machines (rated revolutions)

Střední kmitočet oktávového pásma f_s (Hz)	Místa měření							
	volant		podlaha		sedadlo		ruční ovladač	
	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6
31,5	97	101	86	101	87	102	86	98
63	106	115	105	99	104	95	98	104
125	106	110	104	111	101	90	99	102
250	99	96	103	110	80	82	99	103
500	92	94	103	105	66	76	95	108
1000	83	93	100	102	60	65	85	95

VIBRACE PŘENÁŠENÉ NA OBSLUHU

Hladiny zrychlení vibrací byly naměřeny v rozsahu kmitočtových pásem o středním kmitočtu 31,5 Hz až 1000 Hz s použitím oktávového analyzátoru Brüel & Kjaer 1613 (tab. III).

Hodnoty, které jsou v tab. IV až VI půltučně, jsou hladiny zrychlení vibrací, hodnocené ve spektru jako relativně nejzávažnější.

Hladiny uvedené v tab. VII byly naměřeny s použitím váhových

VI. Hladiny zrychlení vibrací L_a v dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$) při práci, jmenovité otáčky — Levels of vibration acceleration L_a , in (re 10^{-6} m.s $^{-2}$), during the operation of machines (rated revolutions)

Střední kmitočet oktávového pásma f_s (Hz)	Místa měření							
	volant		podlaha		sedadlo		ruční ovladač	
	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6
31,5	102	102	93	95	92	104	92	93
63	109	113	105	108	100	97	96	99
125	106	104	112	103	98	86	102	105
250	99	102	117	111	86	75	106	110
500	104	99	117	102	80	70	107	105
1000	97	102	109	98	70	65	92	102

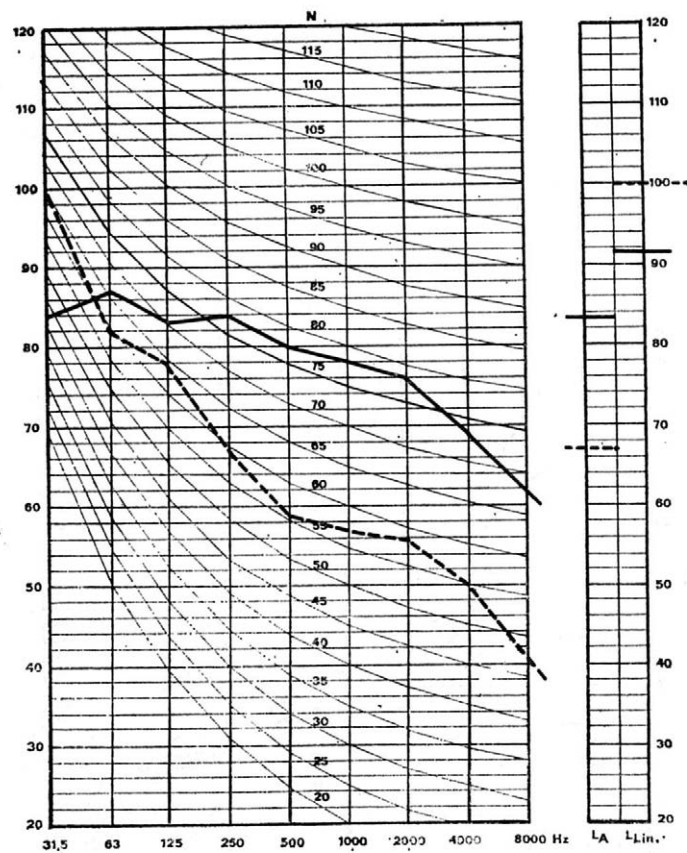
VII. Celkové vážené hladiny zrychlení vibrací L_{MR} v dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$) — Total weighted levels of vibration acceleration L_{MR} , in dB (re 10^{-6} m.s $^{-2}$)

Ukazatel		Vibrace místní		Vibrace celkové		Vibrace celkové		Vibrace místní	
		volant		podlaha		sedadlo		ruční ovladač	
		6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6	6-OCS	KS-6
Při stání	minimální otáčky chodu naprázdno	89,5	97,0	96,0	104,5	85	81,5	87,0	98
	jmenovité otáčky	96,6	104,0	109,5	114,0	101	94,0	89,0	96
Při práci	jmenovité otáčky	100,0	102,5	121,0	116,0	99	94,0	90,5	93

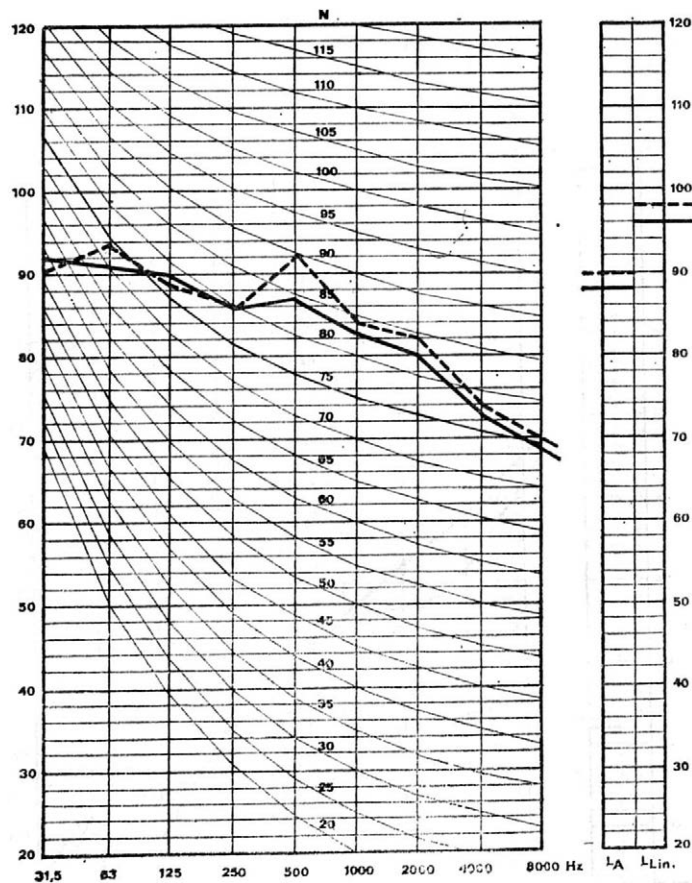
filtrů IHE-1 a IHE-2. Váhové filtry jsou přídavná zařízení s elektrickými obvody a korigují kmitočtovou charakteristiku přístrojů s ohledem na průběh nejvyšších přípustných hodnot vibrací.

DISKUSE

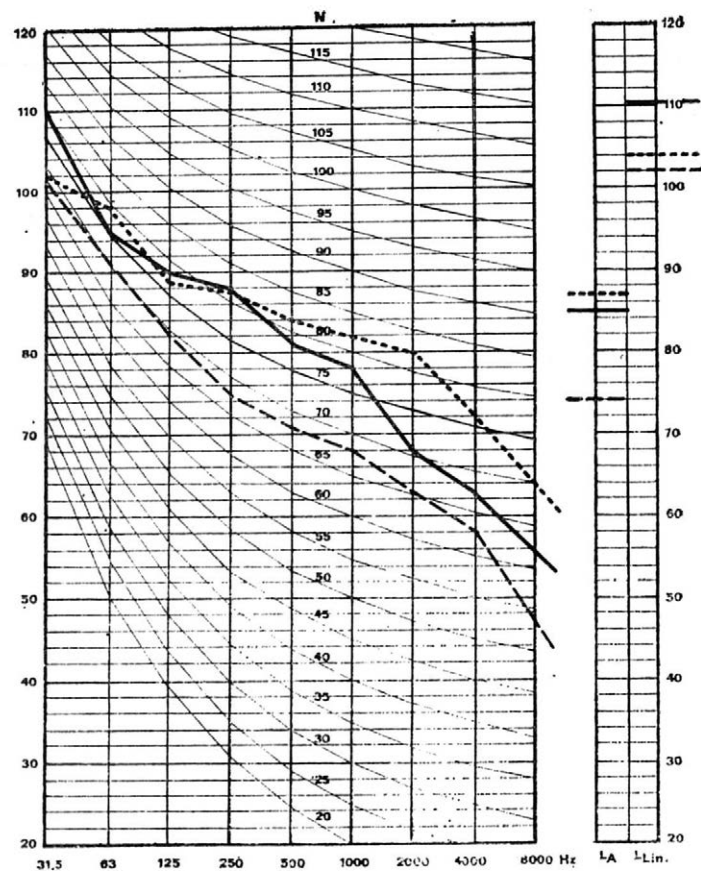
Zkoumáním imise hluku a vibrací u strojů pro sklizeň cukrovky jsme získali soubor objektivních údajů k posouzení, do jaké míry jsou dodržovány požadavky ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací v porovnání s platnými předpisy. Jde zejména o určení imisních hodnot hluku a vibrací, kterými jsou zatěžováni pracovníci obsluhy strojů, a kromě toho také o určení hodnot vnějšího hluku, který by mohl v pří-



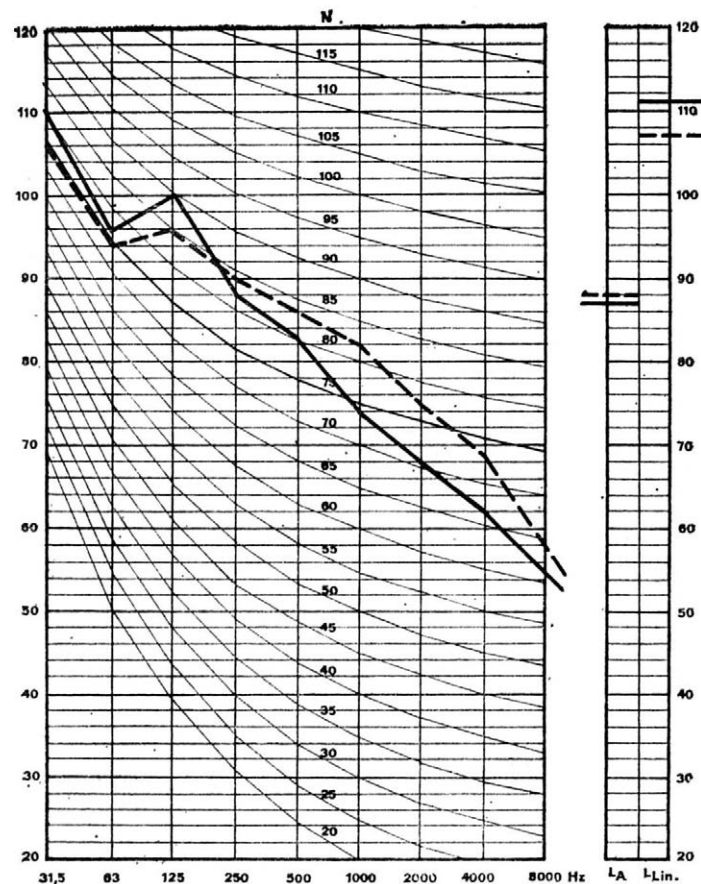
1. 6-OCS — hodnoty hluku v kabině při stání — 6-OCS beet toppler — noise levels in the cabin of the standing machine
 — jmenovité otáčky, zavřené dveře kabiny
 - - - - - minimální otáčky chodu naprázdno, zavřené dveře kabiny



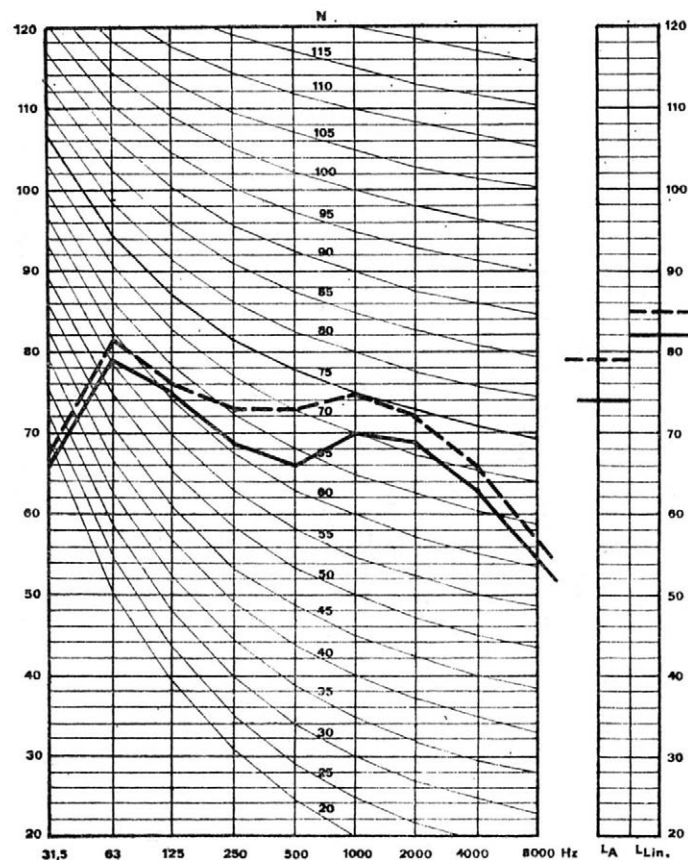
2. 6-OCS — hodnoty hluku v kabině při práci — 6-OCS beet toppler — noise levels in the cabin of the working machine
 — jmenovité otáčky, zavřené dveře kabiny
 - - - - - jmenovité otáčky, otevřené dveře kabiny



3. KS-6 — hodnoty hluku v kabině při stání — KS-6 beet digger — noise levels in the cabin of the standing machine
 — jmenovité otáčky, zavřené dveře kabiny
 - - - - - jmenovité otáčky, otevřené dveře kabiny
 - · - · - - minimální otáčky chodu naprázdno, zavřené dveře kabiny

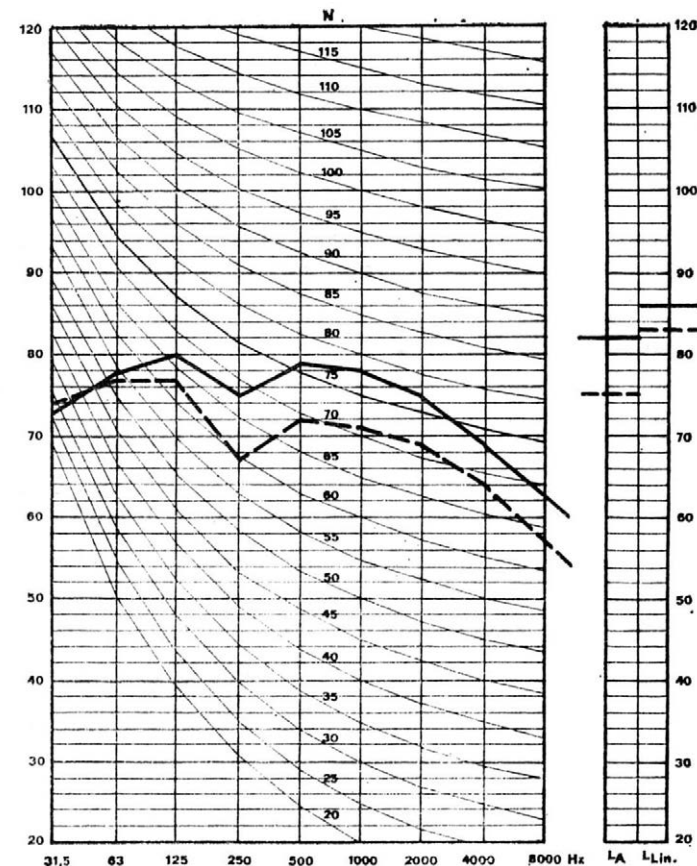


4. KS-6 — hodnoty hluku v kabině při práci — KS-6 beet digger — noise levels in the cabin of the working machine
 — zavřené dveře kabiny
 - - - - - otevřené dveře kabiny



5. 6-OCS — hodnoty vnějšího hluku — 6-OCS beet topper
— values of external noise

———— zleva, ve vzdálenosti 10 m od stojícího stroje, jmenovité otáčky
----- zezadu, ve vzdálenosti 10 m od stojícího stroje, jmenovité otáčky



6. KS-6 — hodnoty vnějšího hluku — KS-6 beet digger — values of external noise

———— jmenovité otáčky, zleva, ve vzdálenosti 10 m od stojícího stroje
----- minimální otáčky chodu naprázdno, zleva, ve vzdálenosti 10 m od stojícího stroje

padech blízké bytové zástavby apod. narušovat životní prostředí. Ze souboru naměřených údajů lze také odvodit další poznatky využitelné při postupném zlepšování konstrukcí strojů z hlediska akustických a vibračních vlastností.

Při fyzické práci vykonávané bez převažujícího duševního soustředění nemá být překročena nejvýše přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku na pracovním místě $L_{Ap} = 85 \text{ dB(A)}$ nebo číslo třídy hluku $N_p = 80$. Na základě výsledků měření jsou však u obou sledovaných strojů překračovány tyto limity v kabinách při práci, a to za podmínek dlouhodobé expozice (více než 150 minut za směnu). Registrací časového průběhu těchto hladin hluku při normálním chodu strojů bylo prokázáno, že jde o hluk ustálený, kde hladiny kolísají v rozsahu jen asi $\pm 1 \text{ dB(A)}$. U ořezávače chrástu 6-OCS dosahuje při otevřených dveřích kabiny hladina hluku hodnoty až 90 dB(A) , u vyorávače bulev KS-6 až 88 dB(A) . Otevření dveří kabiny, které je z různých důvodů nezbytné, znamená u obou strojů zvýšení hladiny imisního hluku až o 2 dB(A) . Dovolené hladiny hluku jsou tedy překračovány o 5 dB(A) u ořezávače 6-OCS a o 3 dB(A) u vyorávače KS-6.

Nejpříznivější — a také poněkud rozdílné — je hodnocení imisního hluku, jestliže přihlížíme k jeho kmitočtovému složení. To naznačuje vyčíslení příslušné třídy hluku N , které má u ořezávače chrástu 6-OCS hodnotu 84 (zavřené dveře) a 89 (otevřené dveře) a u vyorávače bulev KS-6 hodnotu 85 (otevřené dveře) a dokonce až 90 (zavřené dveře). Jde tedy o překročení N_p až o devět tříd u ořezávače chrástu 6-OCS a deset tříd u vyorávače bulev KS-6. Z kmitočtové analýzy je zřejmý odlišný charakter hluku sledovaných strojů a jsou patrné jeho hygienicky nejzávažnější kmitočtové složky. U ořezávače chrástu 6-OCS leží v pásmu oktávy 500 Hz, u vyorávače bulev KS-6 v pásmu 125 Hz. Podle poznatků z oboru technické akustiky nelze tyto složky uvnitř kabin strojů snížit obklady pohlcujícími zvuk, např. obložením stropu, jelikož příčinou jejich vzniku je zpravidla šíření mechanického kmitání v konstrukci stroje, včetně kabiny. Proto je nutné spatřovat řešení v důsledné zvukové a protiořesové izolaci kabiny, motoru a dalších mechanismů stroje použitím pružných členů v konstrukcích, neprůzvučných stěn kabiny, účinných tlumičů výfuku motoru apod.

Podle výsledků měření vnějšího hluku je třeba považovat oba stroje za zdroje hluku v životním prostředí a sledovat dále jejich hlukové vlastnosti tak, aby se snížil vyzařovaný akustický výkon, což nepochybně může přispět také ke snížení imisního hluku a tím ke zlepšení akustických podmínek pracovníků obsluhy strojů.

Ze souboru výsledků měření vystupuje dále do popředí porovnání průměrných hladin hluku naměřených u stojících strojů ve vzdálenosti 10 m při jmenovitých otáčkách motoru:

— ořezávač chrástu 6-OCS		73,25 dB(A)
— vyorávač bulev KS-6		80,25 dB(A)

Z grafu kmitočtového spektra vnějšího hluku na obr. 5 a 6 je zřejmé, že číslo třídy hluku dosahuje $N = 75$ u ořezávače chrástu 6-OCS s výraznou složkou v pásmu 63 Hz, zatímco u vyorávače bulev KS-6 je třída vnějšího hluku $N = 78$ s obdobnou složkou (80 dB) v pásmu 125 Hz.

Také v blízkosti motoru u stojících strojů vychází vyorávač KS-6 jako hlučnější stroj s hladinou 96 dB(A) ve vzdálenosti 1 m, a to o 7 dB(A).

Při práci strojů na poli se však podmínky pro vznik hluku mění a oba stroje lze zhruba charakterizovat hladinou vnějšího hluku 81 dB(A).

Za nejvýše přípustnou hladinu vnějšího hluku lze pokládat hodnotu 85 dB(A) u nového výrobku a 87 dB(A) po záruční době podle současných norem hlučnosti vozidel (vyhláška č. 90/1975 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích). Z tohoto hlediska jsou naměřené hladiny vnějšího hluku příznivé. Rovněž akustické podmínky v okolí strojů, zejména slyšitelnost zvukových signálů při pohybu nákladních automobilů v blízkosti strojů při odvozu skrojků a bulev, jsou vyhovující.

Vibrace přenášené na pracovníky při obsluze strojů hodnotíme podle všeobecných předpisů ministerstva zdravotnictví o nejvyšších přípustných hodnotách zrychlení vibrací (vyhláška č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací) s použitím návrhů příslušných metodik měření a hodnocení, které jsou rovněž citovány v seznamu literatury.

Pro přehledové hodnocení platí nejvýše přípustná kmitočtově vážená hladina zrychlení vibrací přenášených:

na celé tělo vertikálně	116 dB
na celé tělo horizontálně	113 dB
na ruce pracovníka	123 dB

Z těchto limitů byla v jediném případě, tj. u ořezávače chrástu 6-OCS pracujícího na poli, překročena hladina zrychlení vibrací ve vertikálním směru kmitání podlahy v kabině; dosáhla 121 dB, tj. o 5 dB víc. Z kmitočtové analýzy je patrné, že jde o hlavní složky vibrací v pásmech 250 a 500 Hz a zřejmě tedy o mechanické kmitání a zvuk vedený konstrukcí. Ve všech ostatních případech vyhověly naměřené hodnoty vibrací přípustným limitům.

Soubor naměřených hodnot lze využít rovněž pro vzájemné porovnání obou strojů mezi sebou z hlediska kmitání konstrukcí. Tak např. je patrné, že kromě nadměrného kmitání podlahy při práci ořezávače 6-OCS a kromě sedadla jsou hladiny zrychlení vibrací na všech sledovaných místech u vyorávače KS-6 vyšší. Vibrace přenášené na ruce při práci strojů jsou u vyorávače KS-6 vyšší o 2,5 dB, při stání a při jmenovitých otáčkách o 7 dB a při minimálních otáčkách chodu naprázdno o 7,5 až 11 dB.

Kmitočtová analýza vibrací, alespoň v pásmech 31,5 Hz až 1000 Hz, umožňuje také pro hodnocení určit relativně nejzávažnější kmitočtovou složku vibrací (která se nejvíce přibližuje přípustné hodnotě). To bylo uskutečněno tím, že naměřené hladiny zrychlení v pásmech byly korigovány příslušnými hodnotami útlumu váhového filtru. Číselně nejvyšší z nich byly ve výsledcích měření vyznačeny a orientují technické řešení konstrukcí na hlavní příčiny vzniku a šíření mechanického kmitání. Tak např. vibrace na volantech obou strojů jsou z tohoto hlediska nejzávažnější v pásmu oktávy 63 Hz, na podlahách v pásmu 250 Hz, na ručních ovladačích 31,5 Hz apod. Pozoruhodné je u obou strojů a ve všech

provozních režimech shoda kmitočtových pásem, v nichž se tyto relativně závažné složky vyskytují, kromě měření na sedadlech při práci strojů.

ZÁVĚR

Z porovnání naměřených výsledků s nejvyššími přípustnými hodnotami na základě příslušných hygienických předpisů ministerstva zdravotnictví ČSR vyplývá, že u obou strojů dochází na pracovních místech k překročení přípustných hladin hluku. U ořezávače chrástu 6-OCS byla v kabině překročena nejvýše přípustná hladina hluku $L_A = 85$ dB(A) a při otevřených dveřích kabiny bylo dosahováno hladiny až 90 dB(A). U vyorávače bulev KS-6 byla rovněž překročena přípustná hladina hluku a dosáhla při otevřených dveřích až 88 dB(A). Při uzavřených dveřích byla situace u obou strojů příznivější, ale předepsané limity byly i tak překračovány. Ze srovnání hladin hluku zjištěných v otevřených a uzavřených kabinách také vyplývá, že izolace kabin je nedostatečná.

U vibrací přenášených na operátora — na celé tělo a na ruce — nepřesahovaly u obou strojů naměřené hodnoty nejvýše přípustné hladiny zrychlení vibrací.

Kromě toho ukázalo hodnocení na technické otázky příčin vzniku a vibrací, přičemž ze získaných poznatků lze odvodit i možnosti jejich omezování.

Dosažené výsledky by měly být mobilizujícím faktorem zejména pro výrobce strojů, kteří by měli věnovat těmto otázkám takovou pozornost, jakou si nutně zasluhují a jaká je jim v současné době věnována i nejvyššími řídicími orgány. Svědčí o tom zejména větší počet opatření zaměřených na snižování hluku ve všech odvětvích národního hospodářství. Z nich je možné uvést i rozsáhlé opatření na snižování hluku v letech 1981 až 1985, uložené usnesením předsednictva vlády ČSSR č. 42 ze dne 28. února 1980.

Literatura

ČSN 01 1603 Metody měření hluku. Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů Běchovice, 1967.

Hygienické předpisy ministerstva zdravotnictví ČSR, svazek 37, 1977:

č. 41: Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací.

č. 42: Směrnice, jimiž se stanoví způsob měření a hodnocení hluku a ultrazvuku v pracovním prostředí.

Jednotná metodika měření vibrací. Návrh ministerstva zdravotnictví ČSR, 1978.

Návrh normy RVHP — zemědělské a lesnické stroje a traktory. Jednotné měření a hodnocení; vibrace. 1978.

STANĚK, J.: Ergonomické ukazatele u samojízdných sklizečů píce a sklízecích mlátiček. [Zpráva Z-1460.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1978.

STANĚK, J. — ŠÍŠKA, J.: Hluk a vibrace u výkonných traktorů. Zeměd. Techn., 24, 1978, č. 4, s. 237-245.

STANĚK, J. — ŠÍŠKA, J.: Akustické podmínky u samojízdných sklizečů píce. Zeměd. Techn., 25, 1979, č. 4, s. 225-237.

STANĚK, J. — ŠÍŠKA, J.: Pracovní prostředí u samojízdných sklízecích mlátiček z hlediska hluku a vibrací. Zeměd. Techn., 25, 1979, č. 5, s. 281-294.

ŠIŠKA, J.: Vyhodnocení zvukové expozice pracovníků při obsluze stavebních strojů. [Zpráva E-463.] Praha, Výzkumný ústav bezpečnosti práce 1975.

VANĚK, J. — ŠIŠKA, J.: Problémy snižování hluku a vibrací u traktorů. Bezpečná práce, Bratislava, 1978, č. 6.

Vyhláška č. 13/1977 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Ministerstvo zdravotnictví ČSR, 1977.

Došlo dne 2. 4. 1980

СТАНЕК, Й. — ШИШКА, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага; Научно-исследовательский институт безопасности труда, Прага): Оценка самоходных свеклоуборочных комбайнов с точки зрения шума и вибрации. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3): 177-190.

При решении эргономических вопросов в сельхозтехнике оценивались шестирядные самоходные свеклоуборочные комбайны с точки зрения шума и вибрации. Измерение касалось машин, используемых в нашем сельском хозяйстве, а именно, шестирядного самоходного ботвообрезчика 6-OCS чехословацкого производства и шестирядного самоходного свеклоподъемника советского производства. При этом определялись значения шума в кабинах и около машины, а также значения вибрации, передаваемой на работников в диапазонах частот 2 — 1500 Гц. По проведенным измерениям можно сказать: уровни шума на рабочих местах машин при работе, как правило, превышены, а именно, при закрытых и открытых дверях кабин. Из сравнения этих значений далее вытекает, что звуковая изоляция кабин несовершенная. Уровни внешнего шума, устанавливаемые на расстоянии 10 м, при работе машин бывают сравнительно сносными, однако в этом случае существуют определенные возможности дальнейшего уменьшения шума. Значения вибрации обеих машин, передаваемой на все тело и руки обслуживающего персонала, не превышали максимально допустимого уровня ускорения вибрации.

самоходный шестирядный ботвообрезчик 6-OCS; самоходный шестирядный свеклоподъемник KS-6; уровни и спектры шума в кабинах; уровни и спектры внешнего шума; уровни ускорения вибрации

STANĚK, J. — ŠIŠKA, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy; Research Institute of Labor Safety, Praha): *Evaluation of Self-propelled Beet Harvesters from the Aspect of Noise and Vibrations*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3): 177-190.

Within a study of ergonomic problems in agricultural engineering, self-propelled six-row beet harvesters were evaluated from the aspect of noise and vibration. Measurements were carried out on machines used in agriculture in this country, i. e. the 6-OCS self-propelled six-row beet toppler of Czechoslovak origin and the self-propelled six-row beet digger of Soviet manufacture. It was found that the noise level inside the driver's cabin and in the vicinity of the machines as well as vibrations transmitted to the operators ranged within a frequency band of 2 to 1,500 Hz. The measurements showed that the rated noise levels in the working posts of the machines were usually surpassed during the operation of the machines, no matter whether the door of the cabin is opened or closed. A comparison of the measured values further indicated that sound insulation of the cabins was insufficient. The external noise levels ascertained at a distance of 10 m during the operation of the machines are relatively favourable, but there exist possibilities of further reducing the noise. The values of vibrations transmitted in both machines to the whole body and to the hands of the operator did not surpass the maximum admissible levels of vibration acceleration.

6-OCS self-propelled six-row beet toppler; KS-6 self-propelled six-row beet digger; levels and spectra of noise in cabins; levels and spectra of external noise; levels of vibration acceleration

STANĚK, J. — ŠIŠKA, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha; Forschungsinstitut für Arbeitssicherheit, Praha): *Beurteilung der selbstfahrenden Rübenvollerntemaschinen aus dem Standpunkt der Geräuschintensität und der Vibrationen*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (3) : 177-190.

Bei der Lösung ergonomischer Fragen in der Landtechnik wurden sechsreihige selbstfahrende Rübenvollerntemaschinen aus dem Standpunkt der Geräuschintensität und der Vibrationen bewertet. Die Messungen bezogen sich auf die in unserer Landwirtschaft angewandten Maschinen, u. zw. den sechsreihigen selbstfahrenden Rübenköpfer 6-OCS tschechoslowakischer Herkunft und den sechsreihigen selbstfahrenden Rübenroder sowjetischer Produktion. Es wurden die Werte der Geräuschintensität in den Kabinen und in der Umgebung der Maschinen, sowie die auf die Bedienung übertragenen Vibrationen im Frequenzband 2 bis 1500 Hz ermittelt. Aufgrund der realisierten Messungen kann konstatiert werden: die Geräuschniveaus auf den Arbeitsplätzen der Maschinen werden während der Arbeit durchweg überschritten und dies sowohl bei geschlossenen als auch bei geöffneten Kabinentüren. Aus dem Vergleich dieser Werte ging ferner hervor, daß die Schallisolation der Kabinen unzureichend ist. Die in einer Entfernung von 10 m von der arbeitenden Maschine festgestellten Außenschallniveaus erschienen verhältnismäßig günstig, allerdings bleiben auch in dieser Beziehung weitere Möglichkeiten für eine Herabsetzung der Geräuschintensität. Die bei den beiden Maschinen ermittelten Werte der Vibrationen, die sich auf den ganzen Körper und auf die Arme der Bedienung übertragen, übertraten die zulässigen Höchstwerte der Vibrationsbeschleunigung nicht.

selbstfahrender sechsreihiger Rübenköpfer 6-OCS; selbstfahrender sechsreihiger Rübenroder KS-6; Schallniveaus und -spektren innerhalb der Kabinen; Niveaus und Spektren des Außenschalls; Niveaus der Vibrationsbeschleunigung

Adresy autorů:

Ing. Jaroslav Staněk, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha - Řepy

Jaroslav Šiška, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Jeruzalémská 9, 116 52 Praha 1

MEZINÁRODNÍ SEMINÁŘ UŽIVATELŮ JAZYKA SIMULA V MAĎARSKU

Ve dnech 4. a 5. března 1980 byl v Budapešti mezinárodní seminář uživatelů jazyka SIMULA 67. Na téma použití jazyka SIMULA v průmyslu jej uspořádal Ústav výpočetní techniky a automatizace Maďarské akademie věd. Sešli se na něm uživatelé zmíněného jazyka, kterých bylo nejvíce z MLR, menší skupiny pracovníků byly z PLR, NDR a ČSSR a jednotlivci z různých zemí Skandinávie, NSR a Anglie. Během dvou dnů vyslechli účastníci dvanáct referátů, které se téměř všechny týkaly konkrétních výsledků v použití jazyka SIMULA 67; ač bylo téma semináře omezeno na průmyslové aplikace, dozvěděli se účastníci také o tom, jak je v zemích socialistického tábora tento univerzální programovací jazyk využíván i v jiných oborech (nechybělo ani zemědělství). V dalších třech přednáškách podali reprezentanti MLR, PLR a ČSSR přehled aplikací jazyka SIMULA ve svých zemích. Seminář byl uzavřen panelovou diskusí na téma SIMULA a výzva průmyslu, v níž se debaty přesunuly i na problematiku, jež k základnímu tématu přiléhá (využití tohoto jazyka apod.).

Seminář byl první příležitostí, kde se mohli setkat odborníci z různých zemí socialistického tábora, informovat se o své práci a o svých zkušenostech a předat si detailní informaci o možnostech jazyka SIMULA. Účastníci to veřejně ocenili a příležitosti intenzivně využili. Bylo konstatováno, že semináře uživatelů tohoto jazyka v zemích socialistického tábora by se měly pořádat každý rok, i když ne nutně s orientací na aplikace v průmyslu.

Účastníci dostali svázaný souhrn čtyřstránkových abstraktů přednesených přednášek i dalších příspěvků: zájem o seminář byl totiž tak velký, že pořadatelé byli nuceni odříci mnoho cenných sdělení, a tak alespoň publikovali jejich výtahy.

Celkový obraz o stavu využívání jazyka SIMULA v zemích socialistického tábora lze charakterizovat zhruba takto. Zatímco v MLR je využíván zejména v průmyslu, a to ve všech jeho odvětvích, je v ČSSR spektrum jeho využití širší — od jednotlivých oborů průmyslu (zejména metalurgického) přes zemědělství a biologii až hromadné zpracování dat. V PLR dnes není implementace jazyka SIMULA, ale je tam velmi oblíben jako abstraktní nástroj exaktního popisu složitých systémů; je zajímavé a poučné, že i tak omezené využití jazyka je vysoce ceněno a svědčí to o jeho mimořádných kvalitách v systémové analýze a syntéze. V NDR konkrétní aplikace tohoto jazyka dosud nejsou, na semináři však byl zástupce této země přijat se zájmem, neboť to byl vedoucí pracovního týmu, který jazyk SIMULA realizuje (ostatní účastníci tento jazyk vždy aplikují, ale sami nerealizují).

Mezi uživateli jazyka SIMULA ve světě je Československo známo dobrými aplikacemi v zemědělské výrobě. Ocenili to i účastníci semináře v Budapešti, kteří — i když seminář zemědělskou tematiku zatím ne-

předpokládal — o aktuálnosti využití tohoto jazyka v zemědělství již vědí. Zejména maďarští specialisté jsou s takovou problematikou dostatečně obeznámeni, neboť realizovali mimo jiné v jazyce SIMULA komplexní model jezera Balaton a jeho okolí.

Seminář byl vítanou příležitostí k výměně informací a k navázání osobních kontaktů mezi odborníky spřátelených zemí. Lze očekávat, že se v blízké budoucnosti uskuteční v zemích socialistického tábora setkání orientované na využití jazyka SIMULA 67 v zemědělství.

RNDr. Evžen Kindler, CSc.
Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Jaroslav Janda
INORGA, Praha

Mayer V.: Drcení kamenů na poli	129
Bláha K., Ruml M.: Rozbor technologických způsobů zpracování kejdy prasat	143
Juríček J.: Reologický model výkalov ošípaných	157
Hnilica P.: Pravděpodobnostní model procesu úderového mletí	167
Staněk J., Šiška J.: Posouzení samojízdných sklizečů cukrovky z hlediska hluku a vibrací	177
Z vědeckého života	
Kindler E., Janda J.: Mezinárodní seminář uživatelů jazyka SIMULA v Maďarsku	191

СОДЕРЖАНИЕ

Маиер В.: Дробление камней в поле	140
Блага К., Румл М.: Анализ технологических способов обработки жидкового свиного навоза	156
Юричек Й.: Реологическая модель свиного кала	165
Гнилица П.: Вероятностная модель процесса ударного помола	176
Станек Й., Шишка Й.: Оценка самоходных свеклоуборочных комбайнов с точки зрения шума и вибрации	189

CONTENTS

Mayer V.: Crushing of Stones in the Field	141
Bláha K., Ruml M.: Evaluation of Technologies of Processing Pig Slurry	156
Juríček J.: Rheological Model of Pig Excrements	166
Hnilica P.: Probability Model of the Process of Impact Milling	176
Staněk J., Šiška J.: Evaluation of Self-propelled Beet Harvesters from the Aspect of Noise and Vibrations	189

INHALT

Mayer V.: Steinbrechen auf dem Felde	141
Bláha K., Ruml M.: Analyse von technologischen Verfahren der Schweinegüllebearbeitung	156
Juríček J.: Rheologisches Modell der Schweineexkremente	166
Hnilica P.: Wahrscheinlichkeitsmodell des Schlagmahlprozesses	176
Staněk J., Šiška J.: Beurteilung der selbstfahrenden Rübenvollerntemaschinen aus dem Standpunkt der Geräuschintensität und der Vibrationen	190

Rukopisy odevzdány k tisku 28. 11. 1980 — Podepsáno k tisku 23. 2. 1981

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