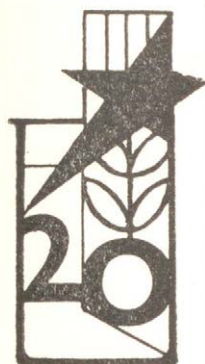


VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 19 (XLVI)
PRAHA
SRPEN 1973
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Rídí redakční rada

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

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavičková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1973

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

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

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

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

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

Měření a měřicí metody v zemědělské technice

Rozvoj vědy posledních desetiletí je těsně spjat s rozvojem nových experimentálních metod a s rozvíjením měřicí techniky. Měření je podmínkou pro zjišťování kvantitativních, ale do značné míry i kvalitativních stránek každého jevu, je důležitou součástí experimentální práce vedoucí k ověřování nebo ke stanovení nových zákonitostí. Zdokonalování měřicích metod, zvěšování přesnosti a citlivosti měřicích přístrojů a objevování nových možností pro měření dalších veličin prohlubuje naše poznávání a stimuluje podstatnou měrou vědecký pokrok.

Nejinak je tomu i v rozvoji zemědělské vědy a při rozvoji výzkumu zemědělské a potravinářské techniky. Lze bez nadsázky říci, že další vědecko-výzkumná činnost je nemyslitelná bez zavádění nových měřicích metod a metod pro racionální získávání a vyhodnocování výsledků měření. Proto se problematikou měřicí techniky zabývá i komise teoretických základů zemědělské techniky ČAZ, vedená prof. dr. ing. V. Myslivcem, DrSc. Pro posouzení celkového stavu a pro vzájemnou informovanost o vybavení výzkumných a zkušebních pracovišť organizovala tato komise v prosinci 1972 seminář o problémech měření. Na semináři byly podle stanoveného programu předneseny, především přehledné referáty o metodách, zavedených a používaných na různých pracovištích. Kromě toho byly prezentovány i zprávy o nových metodách a jejich prověřování při výzkumu.

I když souhrnné a informativní referáty nemohou samozřejmě svým obsahem a formou být srovnatelné s původními vědeckými pracemi, přece jen požádali organizátoři semináře redakční radu vědeckého časopisu *Zemědělská technika* o posouzení možnosti publikace přednesených referátů. Vycházeli z předpokladu, že pro řadu čtenářů a pracovníků výzkumných, vývojových a zkušebních pracovišť bude užitečné, budou-li seznámeni s vybavením a možnostmi i se jmény pracovníků, kteří se na našich hlavních vědecko-výzkumných pracovištích zabývají problematikou měření.

Redakční rada posoudila kladně předložený záměr. Autoři jednotlivé referáty pak upravili, doplnili o dokladový materiál, o příklady měření a o odkazy na dříve publikované práce. V této formě se tedy informace o měřicích metodách, přednesené na zmíněném semináři, dostávají do rukou čtenářům *Zemědělské techniky*.

Soubor příspěvků obsahuje průřez všech činností, se kterými se dnes odborníci pracující s měřicí technikou setkávají. Především je to hledání a vývoj zcela nových metod, které přispívají k zpřesňování dosud zjišťovaných vlastností a parametrů nebo k měření dalších, dosud nesledovaných veličin. Této problematice je věnována především práce ing. Mládky, která je původní vědeckou prací a přináší nové, dosud nepublikované údaje.

Jelikož četné přístroje i pro běžný výzkum jsou již dnes velmi složité a jejich náročnost na obsluhu je stále vyšší, musí odborníci pro měřicí techniku řešit další soubor problémů souvisejících nejen s uváděním přístrojů do provozu, s přesným stanovováním podmínek používání a s výchovou pracovníků, kteří přístroje obsluhují, ale i s rozsahem jejich ekonomického využívání. Úkolem měřicích techniků dnes není jen dělat či organizovat měření podle požadavků výzkumných pracovníků. Měřicí technici musí sledovat i metodiky řešených výzkumných problémů, posuzovat je z hlediska možnosti měřicí techniky, která je na jednotlivých pracovištích k dispozici a doporučovat používání nejracionálnějších metod jak z hlediska vlastního měření, tak z hlediska vyhodnocování získaných výsledků. Příkladem ověřování a zavádění nové metody na úseku měření proudění tekutin se zabývá práce ing. Kubeše z Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu, odboru strojního výzkumu.

Velmi exponované úsilí se dnes vyvíjí na úseku zpracování naměřených údajů. Je to pochopitelné, protože výsledků získaných náročnými a drahými přístroji je potřebné komplexně využít. U dynamických dějů zdaleka nelze vystačit např. jen se zjištěním střední hodnoty naměřené veličiny a s jejími extrémny, ale je nutné důkladně posoudit celý časový či prostorový průběh sledovaného děje, dělat jeho statistickou, spektrální, harmonickou, rozměrovou či jinou příslušející analýzu a dokonale využít všech informací, které nám měřený průběh veličiny může poskytnout. Jelikož rozsah informací registrovaného děje může být značný, využívá se v této době ke komplexnímu zpracování moderní výpočetní techniky a samočinných počítačů, jak číslicových, tak analogových. Moderní elektronické měřicí přístroje jsou konstruovány tak, aby svými výstupními parametry umožnily zpracování výsledků měření buď přímo během měření, nebo aby výsledky měření uchovávaly ve svých nebo periferních paměťových orgánech tak, aby bylo možné průběh a výsledky měření zpracovávat samočinnými počítači po provedeném měření, popřípadě i s dalšími doplňkovými informacemi.

Některé problémy na tomto úseku měřicí techniky podává příspěvek ing. Milliona z Vysoké školy zemědělské v Praze.

Další příspěvky jsou již ony zmíněné přehledné referáty, ukazující jaké měřicí přístroje, metody a zařízení jsou používány pro měření a vyhodnocování výsledků na mechanizační fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze, na její provozně ekonomické fakultě v Českých Budějovicích, na katedře zemědělských strojů strojní fakulty ČVUT v Praze, ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů v Praze-Chodově a ve Státní zkušebně zemědělských a lesnických strojů v Praze-Řepích. Některé příspěvky uvádějí přehled vyčerpávající, jiné příspěvky si všimají jen metod vybraných, především těch, které byly v příslušných institucích vyvinuty, modifikovány nebo sestaveny z komerčních přístrojů do ucelených měřicích linek či vyhodnocovacích souprav.

Systém přístrojového vybavení některých pracovišť je velmi moderní, zajišťuje racionální práce s měřením a vyhodnocováním. V řadě pracovišť byly vyvinuty nové, moderní metody. To jsou důvody, které jistě přispějí k tomu, že řada údajů uvedených v příspěvcích tohoto čísla Zemědělské techniky bude využita i na jiných pracovištích, která se zabývají měřením při výzkumu, vývoji nebo i výrobě strojů a jiných technologických zařízení.

Ing. Stanislav Haš, CSc., vědecký redaktor tematického čísla

STANOVENÍ VLHKOSTI SYPKÝCH MATERIÁLŮ MIKROVLNNOU METODOU

J. Mládek

Výzkumný ústav potravinářského průmyslu ČAZ, Praha

MLÁDEK J. *Stanovení vlhkosti sypkých materiálů mikrovlnnou metodou*. Zem. technika 19 (8) : 453-458, 1973.

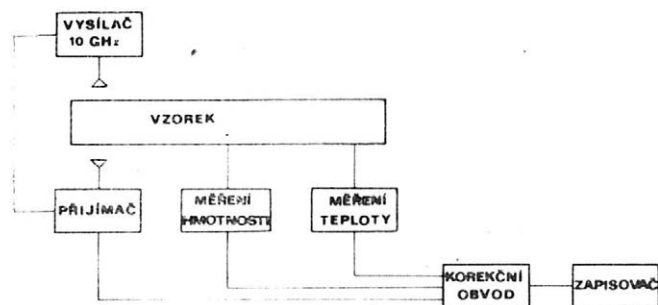
V článku je popsána metoda stanovení vlhkosti sypkých materiálů mikrovlnnou metodou. Měřili jsme aparaturou Tesla MV-1, u které je vlhkost určena útlumem elektromagnetického záření při průchodu vzorkem. Přesnost měření vlhkosti je ovlivněna dvěma hlavními faktory — teplotou a měrnou hmotností materiálu. Uvádí se možnosti, jak tyto faktory kompenzovat. Ke kompenzaci měrné hmotnosti vzorků byla použita metoda měření průchozího útlumu záření gama. Zjistili jsme, že tato metoda je efektivní pro sypké materiály, neefektivní pro kašovitě a kapalně látky.

měření vlhkosti; mikrovlnná metoda; vlhkost; sypké materiály

Informace o zpracovávaném materiálu je podmínkou zavádění automatizace a řízení technologického procesu. Velmi často je potřebné měřit vlhkost materiálu. Jednou z možností měření vlhkosti je mikrovlnná metoda, která má proti jiným metodám řadu výhod daných užitou frekvencí, při níž se uplatňují především relaxační ztráty vázané a volné vody. Důsledkem je velmi nízká citlivost k obsahu solí a elektrolytů a zčásti i k chemickému složení měřeného materiálu. Dalšími výhodami jsou možnosti kontinuálního nedestruktivního bezkontaktního měření a splnění náročných hygienických požadavků potravinářské výroby.

Vlhký materiál lze považovat za dvousložkovou až tříložkovou směs, u sypkých materiálů se jedná o směs vody, vzduchu a bezvodé složky. Chceme-li určit jeho složení, musíme měřit nejméně dvě fyzikální veličiny a vytvořit vhodnou přípravou vzorků reprodukovatelné podmínky měření. U sypkých materiálů můžeme měřit například útlum procházející elektromagnetické vlny, měrnou hmotnost — a jak ukázala zkušenost — i teplotu jako poruchovou veličinu. Kromě toho ovlivňují přesnost měření další faktory, jako jsou elektrické nepřesnosti měřicí aparatury, impedanční nepřípůsobení vzorku, vliv chemického složení, zrnitost materiálu, hladkost povrchu, polarizace a další. Většinu z nich lze potlačit konstrukcí aparatury, výběrem podmínek měření a přípravou vzorků. Dvě nejvýraznější závislosti, tzn. vliv teploty a hmotnosti vzorků, musí být v každém případě respektovány zahrnutím do cejchovních křivek nebo sestavením korekčního obvodu.

Experimentálně jsme vyšetřili teplotní závislost útlumu elektromagnetické energie u různých druhů škrobu, sušených vajec, žloutků a bílků. Změřené závislosti jsou lineární. Při frekvenci 10^{10} Hz se ocitáme za maximem průběhu imaginární složky komplexní permitivity (které se s teplotou posouvá k vyšším kmitočtům), a teplotní koeficient útlumu je proto pozitivní.



Při laboratorním měření vlhkosti užíváme aparaturu Tesla MV-1, která se skládá z vysílače a přijímače. Nádobka se vzorkem se vkládá mezi vysílací a přijímací anténu a podle změřeného útlumu se z cejchovní křivky určuje vlhkost. Do cejchování lze zahrnout i vliv teploty. Konstantní měrná hmotnost vzorků musí být zajištěna v jejich přípravě.

Pro kontinuální měření vlhkosti užíváme stejnou metodu. Vlhkoměr se skládá z mikrovlnného vysílače a přijímače, kterými je měřen útlum vlny procházející měřeným materiálem, snímače teploty a měrné hmotnosti (obr. 1). Výstupy ze snímačů jsou připojeny na vstup korekčního obvodu. Výsledná veličina závisí pouze na vlhkosti a je zapisována registračním přístrojem, který může být cejchován v procentech vlhkosti měřeného materiálu.

Vliv měrné hmotnosti na velikost útlumu může být kompenzován úpravou vzorků nebo zjišťováním měrné hmotnosti a opravou naměřených hodnot. První způsob, který spočívá v mechanických úpravách vzorků, nevede většinou k úspěšnému řešení. Při kontinuálním měření jím nelze vytvořit vzorky o konstantní měrné hmotnosti, ale pouze reprodukovatelné podmínky jejich přípravy. Stlačitelnost vzorků, a tím i jejich hmotnost, je silně závislá na druhu materiálu, vlhkosti a mnoha jiných faktorech, jejichž nerespektování vede k hrubým chybám měření.

Ideálním, i když technicky komplikovaným řešením, je měření měrné hmotnosti vzorků a zavedení korekce na její změny. Pro kontrolní zkoušky, které jsme pro škrob dělali ve spolupráci s Výzkumným ústavem přístrojů jaderné techniky v Přemysle, jsme zvolili metodu měření průchozího útlumu záření gama. Metoda je matematicky popsána rovnicí

$$N = N_0 e^{-\mu_m \rho x} \quad (1)$$

kde: N — počet signálních impulsů registrovaných detektorem po průchodu měřeným materiálem
 N_0 — počet signálních impulsů registrovaných detektorem pro $d = 0$
 μ_m — hmotnostní činitel zeslabení
 $\rho x = d$ — plošná hmotnost měřeného materiálu

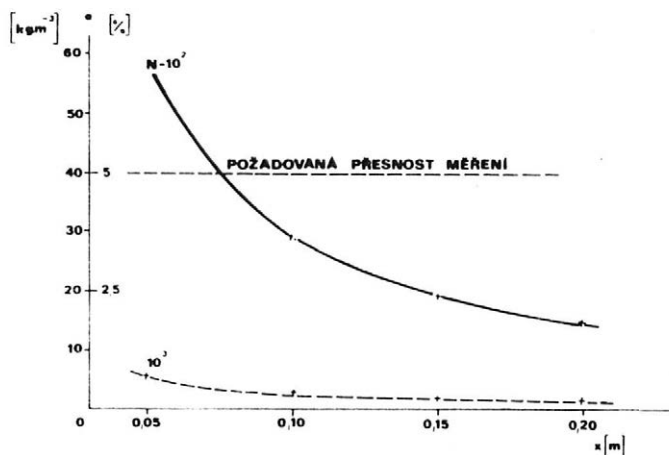
Kritériem pro možnost použití dané metody je chyba měření daná vztahem

$$[e] = \frac{2}{\mu_m x} \sqrt{\frac{1}{N} + \left(K \frac{\Delta u}{u}\right)^2} \quad (2)$$

kde: e — chyba měření
 K — směrnice cejchovní křivky
 u — efektivní zesílení měřicí aparatury

Závislost chyby měření měrné hmotnosti na tloušťce materiálu a počtu impulsů při kolimovaném záření gama a energetické diskriminaci impulsů je znázorněna na obr. 2.

2. Závislost přesnosti měření hmotnosti v relativních (%) i absolutních (kg m^{-3}) jednotkách na tloušťce materiálu x (m)



Z obrázku je zřejmé, že pro dodržení požadované přesnosti měření při tloušťce x nad 0,1 m je postačující počet impulsů $N > 10^3$.

V korekčním obvodu je respektována lineární závislost útlumu na teplotě a měrné hmotnosti, popsána vztahem

$$L_o = L - L_o[\alpha(t - t_o) + \beta(\rho - \rho_o)] \quad (3)$$

kde: L — naměřená hodnota útlumu při teplotě t a měrné hmotnosti ρ

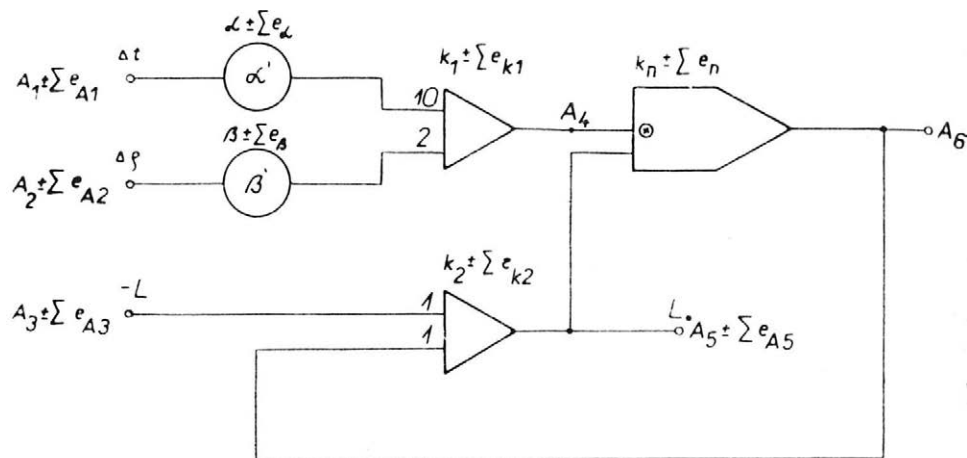
L_o — útlum při teplotě t_o a měrné hmotnosti ρ_o

α — teplotní součinitel útlumu

β — hmotnostní součinitel útlumu

Tuto funkci realizuje obvod (obr. 3), který se skládá ze dvou přesných šroubovických potenciometrů, kterými se nastavují koeficienty α , β , ze dvou operačních zesilovačů a násobícího členu. Do obvodu vstupují tři signály úměrné útlumu procházející vlny, teplotě a měrné hmotnosti vzorků. Výstupní signál odpovídá vlhkosti.

Rozhodujícím kritériem při návrhu obvodu pro stanovení vlhkosti je vždy výsledná chyba měření. Proto byl vypočten přenos celého obvodu, zavedeny chyby podle obr. 3 a určena výsledná chyba celého obvodu.



3. Korekční obvod z prvků URS s veličinami potřebnými pro výpočet chyb

$$e_{A5} = \pm \frac{k_1 A_3 \alpha}{k_n B^2} \sum e_{A1} \pm \frac{k_1 A_3 \beta}{5 k_n B^2} \sum e_{A2} \pm \frac{1}{k_n B} \sum e_{A3} \pm \frac{k_1 A_3 A_1}{k_n B^2} \sum e_{\alpha} \pm$$

$$\pm \frac{k_1 A_3 A_2}{5 k_n B^2} \sum e_{\beta} \pm \frac{k_1 A_3}{k_n B^2} \sum e_{k1} \pm \frac{1}{k_n B} \sum e_{k2} \pm \frac{1}{B} \sum e_n \quad (4)$$

$$\text{kde: } B = \frac{1}{k_n k_2} - k_1 A_1 \alpha - \frac{k_1 A_3 \beta}{5}$$

Pro konkrétní výpočet je nutné určit absolutní chyby, kterými jsou zatíženy vstupní veličiny a prvky korekčního obvodu. Ze vztahu (4) můžeme pak určit jednotlivé chyby a jejich vliv na výslednou chybu. Problematické však je, jakým způsobem jednotlivé chyby sečíst. Ve vzorci (4) jsou jednotlivé chyby uváděny s oběma polaritami, ve kterých se v praxi také mohou vyskytnout. Podle metody nejhorších tolerančních mezí lze jednotlivé chyby v absolutní hodnotě algebraicky sečíst. Tato metoda má tu přednost, že skutečná chyba bude zaručeně menší než vypočtená. Z druhého hlediska je skutečností, že tolerance všech členů nejsou nikdy současně vyčerpány a některé chyby se mohou vyskytnout s kladným nebo záporným znaménkem, takže může dojít k částečné kompenzaci. Při každé realizaci měření vlhkosti musí být stanoveny cejchovní křivky. Můžeme tedy předpokládat, že systematické chyby bude možné zahrnout do cejchování a náhodné chyby sečíst podle počtu pravděpodobnosti.

Z Á V Ě R

Střední kvadratická chyba pro reálné podmínky měření vlhkosti škrobu, tzn. vlhkost 20 %, útlum okolo 20 dB, $\Delta t = \pm 10^\circ\text{C}$, $\Delta \rho = \pm 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ za předpokladu střední kvality použitých přístrojů, je $\delta = 0,9 \text{ dB}$.

Za stejných podmínek bez korekčního obvodu by mohla chyba měření dosáhnout asi 6 dB a při větších změnách teploty a měrné hmotnosti vzorků ještě podstatně vyšších hodnot.

Experimentálně stanovená střední chyba samotného korekčního obvodu je asi 0,2 dB; ve skutečnosti je však podstatně nižší než vyplývá ze vztahu (4). Podle tohoto vztahu se v ní projevují především drifts a nepřesnosti násobičky. Chyby násobičky jsou však nižší než udává výrobce. Při použití počítače MEDA, kdy byly ke vstupům korekčního obvodu přičteny maximální možné chyby, byly odchylky naměřených hodnot menší než krajní chyba $\approx 3\delta$ a dokonce menší než střední chyba δ .

Z porovnání experimentálních a vypočtených hodnot odpovídá skutečnosti střední chyba $\delta = 0,9 \text{ dB}$, která byla formálně vypočtena za předpokladů normálního rozložení četnosti chyb. Z tohoto hlediska můžeme posoudit i celkovou přesnost. Podle cejchovních křivek pro škrob o vlhkosti 20 % je střední chyba měření vlhkosti $\delta_w = 0,7 \%$ (absolutní chyba v % vlhkosti). Za stejných podmínek bez korekčního obvodu by mohly dosáhnout chyby měření vlhkosti až 5 %.

Takto zjištěné chyby celého měřicího zařízení i korekčního obvodu mají velký praktický význam pro aplikaci metody. Pro malé změny teploty a měrné hmotnosti nemá význam zavádět korekci, neboť chyba korekčního obvodu, zvětšená ještě o chybu pomocné veličiny, tzn. teploty nebo hmotnosti, je větší než chyba vzniklá změnou útlumu vlivem kolísání těchto dvou veličin. Pro škrob lze z tohoto hlediska připustit kolísání teploty měřeného materiálu $\pm 3^\circ\text{C}$ nebo měrné hmotnosti $0,02 \text{ g cm}^{-3}$. Proto pro měření obsahu vody v kapalinách nebo pastovitých látkách, ve kterých je zpravidla změna hmotnosti malá, lze v mnoha případech dosáhnout stejné nebo i lepší přesnosti bez korekčního obvodu, a tím i nižších nákladů. U sypkých materiálů se vzhledem k velkým změnám měrné hmotnosti ve většině případů nevyhne použití korekčního obvodu.

Došlo dne 14. 3. 1973

МЛАДЕК Й. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага, Чехословакия). *Определение влажности сыпучих материалов микроволновым методом.* Zem. technika 19 (8) : 453-458, 1973.

В статье описан метод определения влажности сыпучих материалов микроволновым методом. Измерение производилось при помощи аппаратуры Тесла МВ-1, у которой влажность определялась при помощи затухания электромагнитного излучения при прохождении через образец. Точность измерения влажности зависит от двух главных факторов — температуры и удельного веса материала. В статье приводится, как можно эти факторы компенсировать. Для компенсации удельного веса образцов был применен метод измерения проходящего затухания гамма-излучения. Было установлено, что этот метод эффективен для сыпучих материалов и не эффективен для кашеобразных и жидких веществ.

измерение влажности; микроволновой метод; влажность; сыпучие материалы

MLÁDEK J. (Research Institute of Foodstuff Industry, Praha, Czechoslovakia). *The Determination of the Moisture Content of Loose Materials by the Micro-Wave Method.* Zem. technika 19 (8) : 453-458, 1973.

The paper describes the method of the determination of the moisture content in loose materials by the micro-wave method. The measurements were performed with the Tesla MV-1 apparatus in which moisture was determined by the attenuation of electromagnetic radiation during the passage through the sample. The accuracy of the measurement depends on two main factors: temperature and the specific weight of the materials. The possibilities of the compensation of these factors are indicated. The method of the measurement of the passage attenuation of gamma radiation was employed to compensate the specific weight of samples. As indicated by the results, this method is effective in loose materials and ineffective in mushy and liquid materials.

moisture content measurement; micro-wave method; moisture content; loose materials

MLÁDEK J. (Forschungsinstitut der Lebensmittelindustrie, Praha, Tschechoslowakei). *Bestimmung der Feuchtigkeit von Schüttgütern mittels Mikrowellenmethode.* Zem. technika 19 (8) : 453-458, 1973.

Im Aufsatz wird eine Methode zur Bestimmung der Feuchtigkeit von Schüttgütern mittels Mikrowellenmethode beschrieben. Man hat das Messen mit der Apparatur Tesla MV-1 vorgenommen, wo die Feuchtigkeit durch die Dämpfung der elektromagnetischen Strahlung während des Durchganges durch die Probe bestimmt wird. Die Genauigkeit der Feuchtigkeitsmessung wird durch zwei Hauptfaktoren beeinflusst — durch die Temperatur und Dichte. Es werden Möglichkeiten zum Kompensieren dieser Faktoren angegeben. Zum Kompensieren der Dichte wurde die Methode der Messung der Durchgangsdämpfung der Gamma-Strahlung angewandt. Man hat festgestellt, daß diese Methode für Schüttgüter effektiv, für breiige und fließfähige Massen nicht effektiv ist.

Messung der Feuchtigkeit; Mikrowellenmethode; Feuchtigkeit; Schüttgüter

MLÁDEK J. (Institut de recherches pour l'industrie alimentaire, Praha, Tchécoslovaquie). *Détermination de l'humidité des matériaux meubles, en appliquant la méthode à très hautes fréquences.* Zem. technika 19 (8) : 453-458, 1973.

Dans l'article on donne la description de la méthode portant sur la détermination de l'humidité des matériaux meubles en appliquant la méthode à très hautes fréquences. Les mesures ont été effectuées au moyen de l'appareillage Tesla MV-1, où l'humidité est déterminée par affaiblissement du rayonnement électromagnétique lors de son passage par l'échantillon. La précision des mesures d'humidité est influencée par deux facteurs principaux - la température et le poids spécifique des matériaux. On indique les possibilités comment compenser les facteurs en question. A la compensation du poids spécifique des échantillons on a utilisé la méthode de

mesure consistant dans l'affaiblissement du rayonnement gamma lors de son passage par l'échantillon. Nous avons identifié que cette méthode est efficace pour les matériaux meubles et non efficace pour les matières pulpeuses et liquides.

mesure de l'humidité; méthodes à très hautes fréquences; humidité; matériaux meubles

Adresa autora:

Ing. Josef Mládek, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu ČAZ, Třebos-
tická 12, 100 00 Praha 10

PETŘÍK V. *Měření vibrací zemědělských a lesnických strojů*. Zem. technika 19 (8): 459-464, 1973.

Závažnou stránkou posuzování strojů ve Státní zkušebně zemědělských a lesnických strojů v Praze-Řepích je hodnocení jejich hygienických parametrů. Jedním z těchto parametrů je hladina zrychlení vibrací působících na tělo pracovníka v místě styku se strojem. Měří se v širokém frekvenčním rozsahu 1 Hz až 1 kHz. Ve Státní zkušebně zemědělských a lesnických strojů je k měření používán měřicí magnetofon PI 6200, eventuálně nový typ analyzátoru fy Brüel & Kjaer 2114. Problém vysokých hodnot zrychlení vibrací je zvláště patrný u traktorových sedadel a motorových pil. V obou případech hodnoty zjištěné ve zkouškách obvykle vysoko překračují hodnoty základních hladin požadované hygienickým předpisem. Konstrukční úpravy prováděné výrobcí však neustále tento nepříznivý stav zlepšují, zvláště u motorových pil.

hygiena práce; měření hladiny vibrací; vibrace motorových pil

Mezi hygienickými parametry strojů zaujímají hlavní místo hluk a vibrace. Jejich negativní vliv na lidský organismus je osvětlen v řadě prací v odborné zdravotnické literatuře. S konkrétními důsledky působení hluku a vibrací je možné se setkat u řady pracovníků v zemědělství, kteří např. pracovali na hlučných typech traktorů s nedokonalé odpruženými sedačkami.

Posouzení strojů z hlediska hygieny práce zahrnuje zejména:

- měření vibrací na charakteristických místech styku těla pracovníka se strojem,
- měření hluku na všech pracovištích obsluhy,
- měření vnějšího hluku u strojů určených k přepravě po veřejných komunikacích.

K měření vibrací se váže ČSN 01 1390 „Měření mechanického kmitání“. Tato norma pojednává o způsobech měření pouze všeobecně, a proto byla Státní zkušebnou zemědělských a lesnických strojů v Praze (SZZLS) vypracována podrobná interní metodika. Ta zahrnuje kromě měřících metod používaných u jednotlivých typů strojů i nejvyšší hodnoty, které lze v jednotlivých případech připustit. Všeobecně je způsob hodnocení stanoven hygienickým předpisem ministerstva zdravotnictví č. 33/67 „Směrnice o ochraně zdraví před nepříznivým působením mechanického kmitání a chvění (vibrací)“.

Tento předpis stanoví mimo jiné základní hladiny zrychlení vibrací pro jednotlivé druhy přenosu vibrací. Hladina zrychlení vibrací $L_{(a)}$ je udávána v dB:

$$L_{(a)} = 20 \log \frac{a}{a_0} \quad (1)$$

kde: a — efektivní hodnota zrychlení vibrací (m s^{-2})

a_0 — 10^{-6} m s^{-2} — referenční hodnota zrychlení vibrací

Logaritmické míry je v oblasti hygienických měření užíváno na podkladě Weber-Fechnerova fyziologického zákona, který předpokládá, že intenzita vjemu je úměrná logaritmu podnětu.

Základní hladiny zrychlení vibrací $L_{(a)z}$ jsou hodnoty, které slouží pro stanovení nejvyšších přípustných hladin $L_{(a)p}$.

$$L_{(a)p} = L_{(a)z} + K \quad (2)$$

kde: K — korekce (dB)

Korekce jsou předpisem stanoveny a pro případ fyzické práce bez přestávek je $K = 0$.

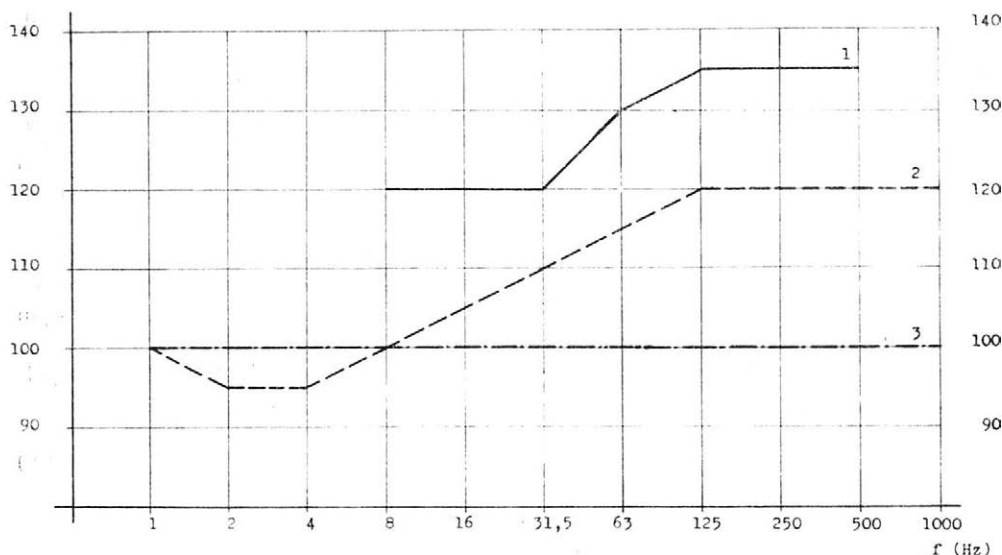
Graficky jsou hodnoty základních hladin zrychlení vibrací zachyceny na obr. 1, z kterého vyplývají i základní požadavky na způsob a rozsah měření. Zároveň však vzniká rozpor mezi požadavky předpisu a možnostmi, které poskytují běžně užívané aparatury.

Požadavkem je měření efektivních hodnot zrychlení vibrací, a to v oktávových pásmech o střední frekvenci 1 Hz až 1 kHz. Zároveň je požadována oktávová analýza.

Rozpor spočívá v tom, že aparatury, které umožňují měření a analýzu zrychlení vibrací, běžně pracují v pásmech 31,5 Hz až 16 kHz. Nepokrývají tedy oblast nízkých frekvencí. Tato oblast je však z hlediska přenosu na celé tělo nejdůležitější. Jako oblast rezonance těla sedící osoby je udáváno rozmezí 2 až 6 Hz, u stojící osoby pak 4 až 12 Hz.

Způsob přenosu, který je v předpisu označen výrazem „na celé tělo“, je však při práci se zemědělskými stroji a traktory nejrozšířenější. Dochází k němu hlavně při práci na sedačkách mobilních strojů. U řady strojů leží v oblasti 2 až 6 Hz vlastní frekvence podvozku. Při pojezdu pak dochází k vybudování nežádoucích vibrací, právě v oblasti pro lidský organismus nejméně příznivé. Měření v oktávových pásmech o střední frekvenci 2 až 16 Hz je tedy pro posouzení stroje nezbytně nutné.

$$L_{a(z)} \text{ (dB re } 10^{-6} \text{ m s}^{-2}\text{)}$$



1. Základní hladiny zrychlení vibrací v závislosti na typu přenosu a frekvenci: 1 — přenos na ruce, 2 — přenos na celé tělo (vstoj, vsedě), 3 — přenos na páteř a na hlavu

Aby bylo možné měřit i nízké kmitočty běžnými aparaturami, je nutné transformovat frekvenci. To je možné např. při použití magnetického záznamu. Měřicí postup je pak takový, že je nahráno celé spektrum zrychlení vibrací a při analýze se rychlost posuvu pásku zvýší.

V SZZLS je používán magnetofon americké výroby PI (Precision Instrument) typ 6200, který umožňuje velmi výhodné přehrávání desetinásobnou nebo stonásobnou rychlostí. Pak je možné analyzovat v pásmech od 1 Hz. Pro získání záznamu a pro analýzu spektra jsou užívány ve spojení s magnetofonem následující přístroje dánské výroby firmy Brüel & Kjaer: hladinový zapisovač 2305, pásmová propust 1612 a frekvenční analyzátor 2107.

Samotná aparatura, značená 3333, skládající se z uvedených přístrojů Brüel & Kjaer, umožňuje sice analýzu od pásma 31,5 Hz, ovšem dovoluje snímání celého spektra již od 2 Hz.

Důležitým prvkem při měření vibrací je snímač. V SZZLS jsou užívány piezoelektrické snímače Brüel & Kjaer, a to typu 4332 a 4340. Jedná se o jednoosé a tříosé miniaturní snímače. Celý systém aparatur je však řešen jako jednorozměrný, takže plné využití tříosého snímače neumožňuje.

Používané piezoelektrické snímače mají kmitočtový rozsah 1 až 5000 Hz, přičemž napěťový činitel přenosu je u typu 4332 asi 60 mV/g a u typu 4340 asi 20 mV/g. Snímače mají velmi nízkou hmotnost 30 g a 35 g, takže vibrace měřené části neovlivňují.

V poslední době SZZLS získala nový výrobek fy Brüel & Kjaer: analyzátor typu 2114. Tento přístroj již umožňuje analýzu od třetinooktávového pásma 2 Hz. Při jeho použití je možné pokrýt téměř celý rozsah kmitočtů, v nichž je měření požadováno hygienickým předpisem.

Technika měření spočívá např. u traktorů v tom, že podle zkoušeného stroje pojíždí měřící vůz. Zabudovanými aparaturami se buď dělá širokopásmový záznam na magnetický pás, nebo se při opakovaných průjezdech zkoumaným úsekem měří vždy pouze v jedné oktávě.

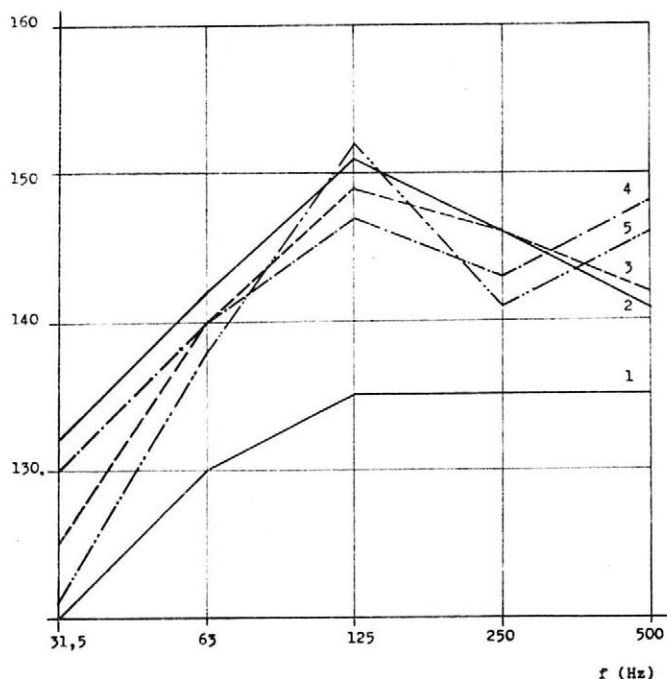
Při těchto měřeních jsou snímány nejen hodnoty zrychlení na sedačce, ale i na rámu traktoru, a to pro zjištění útlumových vlastností sedačky. Pro správné posouzení sedačky je však nutná přesná definice podmínek měření — v tomto případě hlavně povrchu trati a pojezdové rychlosti. Tyto základní údaje však platné čs. předpisy neobsahují, a proto je v některých případech porovnání výsledků s požadavky předpisů obtížné.

Poměrně vhodně je měřicí trať definována v britské normě č. 4220 z r. 1967 „Metody zkoušek sedadel zemědělských kolových traktorů“. Zde jsou mimo měřících metod popsány a přesně zakótovány i dva druhy tratí — „hladká“ a „hrubá“. Hladká dráha napodobuje neštěrkovanou polní cestu a je 100 m dlouhá. Hrubá dráha imituje oranici přejížděnou kolmo na brázdy a má délku 35 m. Státní zkušebna uvažuje o výstavbě druhého typu dráhy.

Jinou alternativou je použití třesného zařízení, které je užíváno např. v SSSR, NDR a NSR. Toto zařízení umožňuje imitovat jakékoliv podmínky podle zvoleného programu.

Při měření sedaček je také závažné zjišťování vlastní frekvence sedaček. To se dělá při rázové zkoušce indukčními snímači záznamem na přímopíšicím oscilografu. Zkouška spočívá ve spuštění závaží o hmotnosti 50 kp z výšky 250 mm. Z frekvence takto rozkmitaného sedadla je určena hodnota vlastní frekvence. Aby se zabránilo nepříznivým vlivům na organismus, je nutné, aby tato hodnota byla nižší než 2 Hz.

L_a (dB re 10^{-6} m s^{-2})



2. Charakteristické rozložení hladin zrychlení vibrací (L_a), stanovené při měření pily HOME-LITE VI 944. Dřevina — buk, hodnota otáček — 7500 min^{-1} : 1 — základní hladina zrychlení vibrací, 2 — pravá rukojeť (vodorovný směr), 3 — pravá rukojeť (svislý směr), 4 — levá rukojeť (vodorovný směr), 5 — levá rukojeť (svislý směr)

Mimo měření na sedačkách mobilních strojů představuje v programu hygienických měření státní zkušebny důležitý problém měření vibrací u motorových pil. U těchto strojů je působení na lidský organismus krajně nepříznivé a je důvodem ke vzniku řady profesionálních onemocnění.

U motorových pil také dosud nebyly u začátečního typu naměřeny hodnoty zrychlení vibrací, odpovídající požadavkům hygienického předpisu (obr. 2), přestože počet měřených typů přesahuje číslo 60. Vyjimku tvoří pouze pily s elektromotory, které však představují v celkové produkci nepatrné procento.

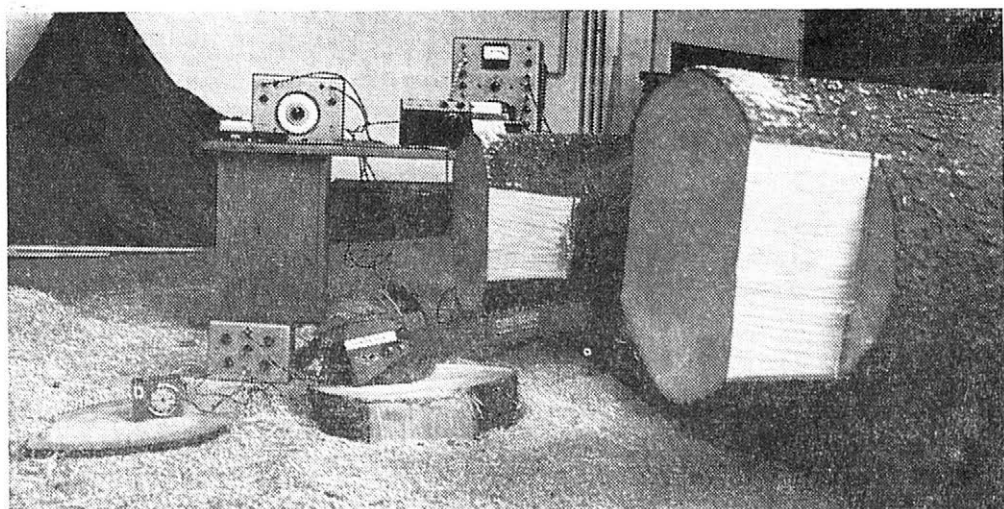
U motorových pil jsou měřeny vibrace na obou rukojetích, a to vždy v místě dotyku ruky. Měří se ve dvou, event. ve třech hlavních směrech. Za rozhodující se bere maximální překročení základních hladin zrychlení vibrací v kterémkoliv směru.

Stejně jako při měření na mobilních strojích je nutná registrace průběhu měřených veličin, protože se ve většině případů jedná o průběh značně nestacionární, který není možné indikačními přístroji spolehlivě analyzovat.

U motorových pil se zážehovým motorem leží ve více než 50 % případů maximální hodnoty zrychlení vibrací v pásmu o střední frekvenci 125 Hz. Tato skutečnost je způsobena vlivem otáček motorů, které se pohybují v rozmezí 5000 až $10\,000 \text{ min}^{-1}$.

Velmi nepříznivé jsou poměry při volnoběžném chodu motoru. Za tohoto režimu pracovníci pily přenášejí z místa jednoho řezu do místa dalšího řezu. Špička hodnot zrychlení vibrací většinou leží v pásmu 31,5 Hz, což je oblast rezonance lidské paže.

Pro snížení hodnot zrychlení vibrací dělají přední firmy na pilách řadu úprav. Nejjednodušší z nich je použití pryžových silentbloků v uchycení přední rukojeti. Nejdokonalejší jsou pak systémy, kde rukojeti tvoří pevný rám a pružně je uchy-



3. Aparatura fy Brüel & Kjaer, používaná při měření zrychlení vibrací u motorových pil

cen motor, přičemž je snaha o maximální snížení podílu hmotnosti pohyblivých částí a relativní zvýšení podílu částí pevných. Další cestou, kterou uplatňují japonští výrobci, je dokonalé vyvážení motoru a dalších pohyblivých částí konstrukce.

Vibrace motorových pil se měří ve zkušebnách dvojím způsobem. První spočívá v měření u nezátížené pily, která je event. mechanicky upevněna. Při tomto způsobu je možné přesně nastavit a dodržet otáčky motoru a všeobecně přesně stanovit podmínky zkoušky.

V SZZLS však probíhá měření při řezání dvou druhů dřevin, a to při otáčkách, při nichž dosahuje pila maximální řezné výkonnosti. Tyto otáčky jsou stanoveny před začátkem měření. Uvedený způsob byl zvolen proto, že vystihuje lépe působení stroje na lidský organismus v konkrétních provozních podmínkách. Důležité pro porovnání jednotlivých typů však je, aby bylo vždy užíváno stejného způsobu řezání, a to dřevin stejných vlastností (obr. 3).

Přesné definování podmínek měření, uchycení snímačů a dodržení otáček motoru je při všech měřeních vibrací nesmírně důležité. V porovnání s měřením hluku, které se dělá většinou za stejných podmínek a stejnými přístroji jako měření vibrací, dochází při opakování (v časovém odstupu) k značnějším diferencím. Větší rozdíly jsou také ve výsledcích jednotlivých zahraničních zkušeben.

Aby byly výsledky v maximální míře shodné na různých pracovištích SZZLS, jsou používány při měření držáky snímačů jednotného provedení a jsou přesně dodržovány podmínky měření dané interní metodikou.

Došlo dne 12. 4. 1973

ПЕТРИШК В. (Государственная испытательная станция сельскохозяйственных и лесных машин, Прага-Ржепы, Чехословакия). Измерение вибрации сельскохозяйственных и лесных машин. Зем. техника 19 (8) : 459-464, 1973.

Одной из важных сторон оценки машин на Государственной испытательной станции сельскохозяйственных и лесных машин в Праге-Ржепах является оценка их гигиенических па-

раметров. Одним из этих параметров является уровень ускорения вибрации, действующей на тело работника в месте соприкосновения с машиной. Измеряется в широком диапазоне частот от 1 гц до 1 кгц. На Государственной испытательной станции сельскохозяйственных и лесных машин для измерения применяется измерительных магнитофон PI 6200, или новый тип анализатора фирмы Брюэл и Къязер 2114. Проблема высоких величин ускорения вибрации особенно острая у тракторных сидений и моторных пил. В обоих случаях во время испытаний были установлены величины, высоко превосходящие основной уровень, требуемых гигиеническими предписаниями. Конструкционные усовершенствования, производимые изготовителями, однако, постоянно улучшают это неблагоприятное состояние, особенно у моторных пил.

гигиена труда; измерение уровня вибрации; вибрация моторных пил

PETŘÍK V.: (State Testing Station for Farm and Forest Machines, Praha-Řepy, Czechoslovakia). *Vibration Measurement in Farm and Forest Machines*. Zem. technika 19 (8) : 459-464, 1973.

The evaluation of the hygienic parameters is an important aspect of machine testing in the State Testing Station for Farm and Forest Machines in Prague - Řepy. The level of the acceleration of vibrations affecting the operator's body in the place of his contact with the machine is one of these parameters. The measurements cover a wide frequency range — from 1 Hz to 1 kHz. The State Testing Station uses the PI 6200 measuring tape recorder or the new type of analyzer of the company Brüel & Kjaer 2114. The problem of high levels of vibration acceleration is particularly important in tractor seats and motor saws. In both cases the values obtained during tests usually highly exceed the threshold levels determined by the hygienic regulations. There is a continuous trend of improvement in these values, especially in motor saws, due to the adaptations of the machines performed by the producers.

work hygiene; vibration level measurement; motor saw vibration

PETŘÍK V. (Staatliche Prüfstelle der land- und forstwirtschaftlichen Maschinen, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Schwingungsmessung von Land- und Forstmaschinen*. Zem. technika 19 (8) : 459-464, 1973.

Von schwerwiegender Bedeutung für die Beurteilung der Maschinen in der Staatlichen Prüfstelle für Land- und Forstmaschinen in Praha-Řepy, ist die Bewertung von deren hygienischen Parametern. Einer dieser Parameter ist der Beschleunigungsspiegel der auf den Arbeiterkörper an der Berührungsstelle mit der Maschine einwirkenden Schwingungen. Er wird im breiten Frequenzbereich von 1 Hz bis 1 kHz gemessen. In der Staatlichen Prüfstelle der Land- und Forstmaschinen wird zum Messen das Meßtonbandgerät PT 6200, bzw. ein neuer Typ des Analysators der Firma Brüel u. Kjaer 2114 eingesetzt. Das Problem der hohen Werte der Schwingungsbeschleunigung ist besonders bei den Schleppersitzen und Motorsägen deutlich. In beiden Fällen überschreiten üblicherweise die in den Prüfstellen ermittelten Werte hoch die durch die hygienische Vorschrift verlangten Wert der Grundspiegel. Die seitens der Hersteller durchgeführten Konstruktionsänderungen verbessern jedoch unaufhörlich diesen ungünstigen Stand, besonders bei den Motorsägen.

Arbeitshygiene; Messung des Schwingungsspiegel; Messung von Motorsägen

Adresa autora:

Ing. Vojtěch Petřík, Státní zkušebna zemědělských a lesnických strojů, 163 04 Praha 6 - Řepy

TERMOANEMOMETRIE — MODERNÍ METODA MĚŘENÍ RYCHLOSTÍ PROUDÍCÍCH TEKUTIN A JEJICH FLUKTUACÍ

P. Kubeš

Výzkumný ústav potravinářského průmyslu ČAZ, Praha

KUBEŠ P. *Termoanemometrie — moderní metoda měření rychlostí proudících tekutin a jejich fluktuací*. Zem. technika 19 (8) : 465-470, 1973.

V článku je popsána metoda měření rychlosti proudící tekutiny termoanemometrickou metodou. Měřili jsme termoanemometrem firmy DISA, typ 55D. Před vlastním měřením byla provedena příprava měření a cejchování měřícího zařízení. Příprava měření spočívá ve stanovení součinitele teplotní závislosti odporu měřícího drátku, zajištění jeho stability a stanovení základní orientace osy drátku v měřicím prostoru. Cejchovali jsme v cejchovním tunelu. Přes poměrně složitou přípravu měření, cejchování a vyhodnocení, má tato metoda široké použití v moderním výzkumu.

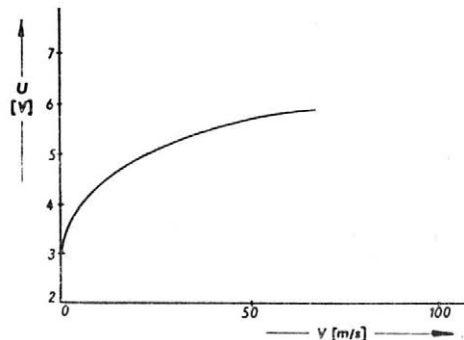
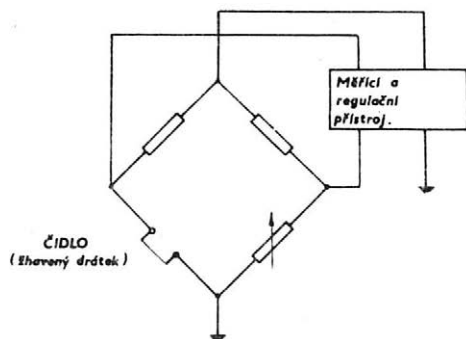
termoanemometrie; proudění tekutiny; součinitel teplotní závislosti odporu

Problémy, jak určit střední hodnotu rychlosti turbulentního proudu a jejich fluktuací, kterých používáme pro charakteristiku turbulentního pole, vyvstaly až se studiem vlivu intenzity turbulence na přenosové jevy v potravinářském inženýrství, které sledujeme v našem ústavu.

Princip termoanemometrie — měřící metody, která používá jako čidla žhaveného drátku, je znám již delší dobu. V současné době, kdy turbulence vystupuje jako intenzifikační prvek procesů, v nichž se nějakým způsobem uplatňuje proudění tekutin, je tato metoda studována řadou výzkumných pracovišť; jsou současně sledovány otázky jejího měření a z termoanemometrie se stává rozsáhlá věda.

Ve svém příspěvku bych se chtěl zmínit pouze o základních měřeních středních rychlostí a jejich fluktuací, o samotném přístroji a uvést několik praktických poznámek z jeho provozu.

V našem ústavu máme k dispozici elektronický termoanemometr dánské firmy DISA, typ 55D. Je to přesný přístroj určený především k měření časově závislých změn proudu tekutiny. Měření termoanemometrem je založeno na rovnovážném stavu mezi přívodem tepla do drátku a jeho odvodem do okolí. Pro vlastní měření se používají převážně dvě metody: metoda konstantního proudu a metoda konstantní teploty. Princip měření spočívá na běžně užívaném můstku, v jehož jedné větvi je zapojen žhavicí drátek, který je ochlazován proudící tekutinou (obr. 1). Výstupní proud regulačního zesilovače napájí můstek, ohřívá drátek a udržuje jej na konstantní teplotě, budeme-li mluvit o měření při konstantní teplotě, které je běžnější. Okamžitá hodnota žhavicího proudu je závislá na rychlosti proudu tekutiny, rozdílu teplot drátku a tekutiny, fyzikálních vlastnostech tekutiny a na rozměrech a fyzikálních vlastnostech měřící sondy.



1. Princip měření termoanemometrem

2. Závislost napětí na můstku na rychlosti proudu

Čidlem termoanemometru je většinou wolframový drátek o tloušťce $5 \mu\text{m}$. Existují však i čidla s $3 \mu\text{m}$ tlustým zlatým drátkem, fóliová čidla a čidla termistorová.

Abychom mohli měření pomocí žhaveného drátku interpretovat, musíme znát vztah mezi tepelným tokem z povrchu drátku a tepelným tokem dodávaným aparaturou do drátku. Tento vztah, který nazýváme ochlazovací zákonem, poprvé popsal L. V. King v r. 1914. Úpravou ochlazovacího zákona obdržíme jednoduchý vztah mezi napětím na můstku (U) a rychlostí tekutiny (v):

$$U^2 = A + B v^n$$

pro $t, p, R_w, t_w = \text{konst.}$

Konstanty A, B a n se v praxi zjišťují při daných podmínkách cejchovní aparaturou. Její pomocí můžeme získat průběh napětí na můstku v závislosti na rychlosti proudu, který ukazuje obr. 2. Tato cejchovní křivka je závislá, jak bylo dříve uvedeno, na podmínkách cejchování, tzn. na pracovních podmínkách tekutiny (tlak, teplota), na pracovní teplotě drátku, tj. na jeho pracovním odporu. Z důvodů větší přesnosti měření se však někteří autoři zajímali o použití jiných typů ochlazovacích zákonů. Např. s úspěchem se používá Collis-Williamsův ochlazovací zákon, který byl odvozen pro drátky velké štíhlosti a upraven na použitelnou formu (Jonáš 1971):

$$U^2 \left(\frac{v}{\pi} \right) = K_1 R_w F_1(t, t_w) + K_2 R_w F_1(t, t_w) \left[\frac{p}{b_0} F_2(t, t_w) v \right]^n$$

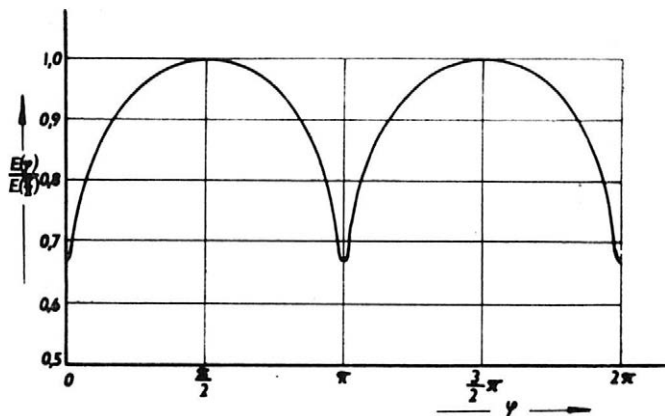
Tento vztah je pro danou sondu univerzální a umožňuje tedy sondu cejchovat při určitých podmínkách a používat ji v podmínkách jiných. Další úpravou Collis-Williamsova zákona byl odvozen vztah pro stanovení intenzity turbulentních fluktuací rychlosti:

$$I = \frac{\sqrt{v^2}}{v} = \frac{2}{n} \frac{\bar{U}^2}{\bar{U}^2 - K_1 R_w F_1(t, t_w)} \cdot \frac{\sqrt{u^2}}{\bar{U}}$$

Zde se kromě již známých veličin vyskytuje také $\sqrt{u^2}$, což je efektivní hodnota flukuačního napětí, odpovídající fluktuacím rychlosti.

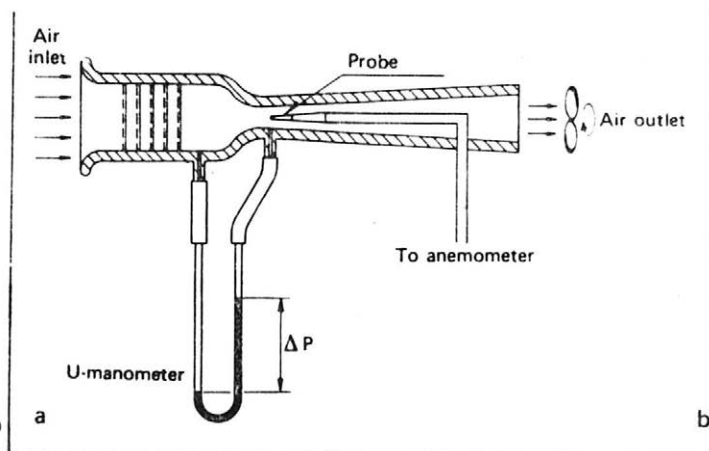
Nyní bych chtěl ještě uvést několik poznámek o cejchování. Je třeba si uvědomit, že každá sonda má své individuální vlastnosti. Především mají sondy různý vnitřní odpor. Abychom mohli nastavit správnou pracovní teplotu sondy a aby nedošlo k přepálení drátku, musíme znát jeho závislost na teplotě. Předpokládáme-li lineární změnu odporu

3. Závislost napětí na směru obtékání drátku

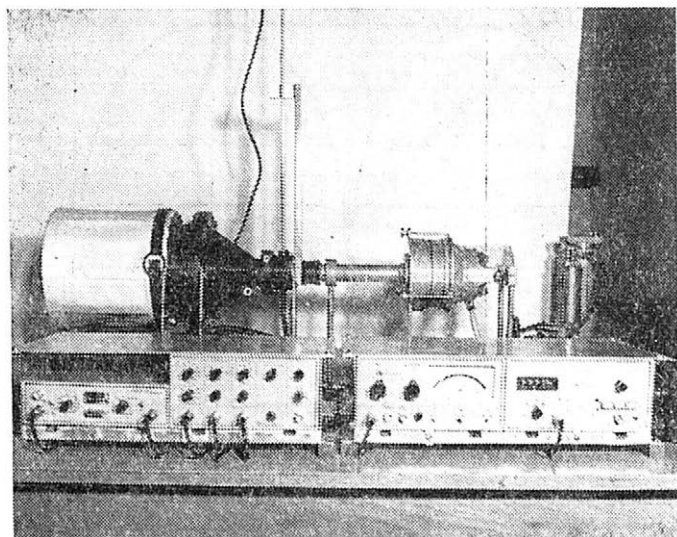


s teplotou, musíme dále individuálně zjistit součinitele teplotní závislosti odporu. U nově navažené sondy dochází však také ke změně odporu s časem. Proto je nutné uměle usku-tečnit tzv. proces stabilizace, který se dělá v běžném tunelu minimálně po dobu dvou hodin. Stejně dobře musíme znát základní orientaci osy drátku v měřicím prostoru. Buď musíme mít zajištěnou vždy stejnou polohu drátku, nebo se měřením musí stanovit základní směr. Podle údajů z literatury se dá určit směr proudění k rovině kolmé k ose drátku s přesností $\pm 0,1^\circ$. Závislost napětí na směru obtékání drátku je uveden na obr. 3. Máme-li ustavenou základní polohu drátku, můžeme dělat kalibraci rychlostní. Rychlostní kalibraci děláme v cejchovacím tunelu; jejím úkolem je získat cejchovní křivku, po-případě získat individuální kalibrační konstanty. Na obr. 4 je schéma cejchovního tunelu. Zařízení se skládá z ventilátoru, který prohání vzduch filtrem a Venturiho dýzou. Změnou otáček ventilátoru měníme rychlost proudu; ta se určuje nepřímo z poklesu tlaku v dýze. Při různých rychlostech proudu zjišťujeme pak velikost napětí na drátku. Skutečné uspořádání při cejchování je uvedeno na obr. 5. Tento cejchovací tunel však není originálním výrobkem firmy DISA, ale byl pro nás navržen a vyroben v závodě ČKD — Kompresory.

Elektrický anemometr DISA má také četná příslušenství. Na obr. 5 je ukázána základní sestava přístrojů pro měření rychlosti a turbulentních fluktuací: vlastní anemo-metr, pomocná jednotka s různě propustnými filtry, stejnosměrný voltmetr, který uka-zuje hodnotu napětí na můstku, a efektivní voltmetr, který měří čtverec střední rychlosti hodnoty spektra turbulentní energie. Základní sestavu je možné ještě doplnit o další pomocná zařízení, sloužící jednak pro jednodušší vyhodnocování, či pro zjišťování dalších



4. Schéma cejchovního tunelu



5. Skutečné uspořádání při cejchování

charakteristik turbulentního proudu. Doplněn může být jeden nebo několik anemometrů, linearizátory, analogový korelátor, zpožďovací jednotka a další speciální přístroje. Těmito zařízeními můžeme měřit např. vlastní i vzájemné korelace turbulentního spektra.

Na závěr bych chtěl ještě upozornit, na to, že popsaná metoda je náročná na čas i obsluhu a je velmi pracná. Velké množství času zabírá příprava vlastního měření, tj. zjišťování odporu sondy, zjišťování součinitele teplotní závislosti odporu a jeho stability, zjišťování směrové citlivosti a rychlostní kalibrace; dost obtížné je vyhodnocování. Velkou pozornost také vyžaduje vlastní práce s choulolistivými čidly, které se mohou snadno zničit nebo nevhodným nastavením žhavicího proudu přepálit. Stejně tak je obtížné i jejich další navařování, které se musí dělat pod stereomikroskopem. Velká pečlivost se musí také věnovat čistotě drátku i vlastnímu přístroji. Úspory času se dá dosáhnout, použije-li se pro vyhodnocování počítač, nebo sníží-li se nároky na přesnost.

Přístroj i přes tuto náročnou a pracnou obsluhu je však v dnešní moderní vědě nutný a jeho využití ve výzkumu proudění umožňuje podrobnější rozbor proudění a stanovení většího množství charakteristik proudu tekutiny.

Použitá označení:

A, B	— koeficienty v ochlazovacím zákoně
b_0	— konstanta
F_1, F_2	— univerzální funkce, pomocí kterých se při zvolené teplotě t zahrnuje do pojmu ochlazování vliv teploty proudu a teploty žhaveného drátku
I	— intenzita turbulentních fluktuací
K_1, K_2, n	— individuální kalibrační konstanty
p	— tlak
R_w	— pracovní odpor sondy
t	— teplota proudu tekutiny
t_w	— pracovní teplota drátku
U	— napětí na drátku
$\sqrt{u^2}$	— efektivní hodnota fluktučního napětí
v	— rychlost proudění
$\sqrt{v^2}$	— efektivní hodnota fluktuací rychlosti

Literatura

JONÁŠ P., 1971, Aplikace Collis-Williamsonova zákona, při měření anemometrem se žhavým drátkem. Zpráva ÚT-ČSAV.

Došlo dne 14. 3. 1973

КУБЕШ П. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага, Чехословакия). Термоанемометрия — современный метод измерения скорости проточных жидкостей и их флуктуации. *Zem. technika* 19 (8) : 465-470, 1973.

В статье описан метод измерения скорости проточной жидкости при помощи термоанемометрического метода. Измерения производились термоанемометром фирмы ДИСА, тип 55D. Перед измерением производилась подготовка измерения и калибрование измеряющего приспособления. Подготовка к измерению заключается в определении коэффициента температурной зависимости сопротивления измеряющего волоска, его устойчивости и определение основной ориентировки оси волоска в пространстве измерения. Калибрование производилось в калибрующем туннеле. Несмотря на сложность подготовки измерения, калибрования и оценки, этот метод имеет широкое применение в современном исследовании.

термоанемометрия; проточность жидкости; коэффициент температурной зависимости сопротивления

KUBEŠ P. (Research Institute of Foodstuff Industry, Praha, Czechoslovakia). *Thermoanemometry — a Modern Method of the Speed Measurement of Flowing Liquids and their Fluctuations*. *Zem. technika* 19 (8) : 465-470, 1973.

The paper describes the method of the speed measurement of flowing liquids using the thermoanemometric technique. The thermoanemometer type 55D produced by DISA was used for the measurements. The preparation of the measurement and the calibration of the measuring equipment were performed prior to the measuring operations. The preparatory stage involved the determination of the coefficient of the thermal dependence of the measuring wire resistance, its stability, and the determination of the basic orientation of the wire axis in the measuring space. A calibrating tunnel was used to gauge the measuring apparatus. There is a wide scope of the use of this method in modern research, despite the relatively high complexity of the preparing, calibrating and evaluating operations.

thermoanemometry; flowing of liquids; coefficient of the thermal dependence of resistance

KUBEŠ P. (Forschungsinstitut der Lebensmittelindustrie Praha, Tschechoslowakei). *Thermoanemometrie — moderne Meßmethode für die Geschwindigkeit von strömenden Flüssigkeit und deren Schwankungen*. *Zem. technika* 19 (8) : 465-470, 1973.

Im Aufsatz wird die Meßmethode für die Geschwindigkeit der strömenden Flüssigkeit mittels der thermoanemometrischen Methode beschrieben. Man hat das Messen mit dem Thermoanemometer der Fa DISA, Typ 55D vorgenommen. Vor der Messung selbst wurde die Vorbereitung der Messung und Eichung der Meßanlage durchgeführt. Die Vorbereitung der Messung besteht in der Festlegung des Temperaturkoeffizienten des Meßdrahtwiderstandes, dessen Stabilität und Bestimmung der Grundorientierung der Drahtachse im Meßraum. Die Eichung wurde im Eichungstunnel vorgenommen. Trotz dieser ziemlich komplizierten Vorbereitung der Messung, Eichung und Auswertung findet diese Methode eine breite Anwendung in der modernen Forschung.

Thermoanemometrie; Strömung der Flüssigkeit; Temperaturkoeffizient des Widerstandes

KUBEŠ P. (Institut de recherches pour l'industrie alimentaire, Praha, Tchécoslovaquie). *Thermoanémométrie — méthode moderne de mesure des vitesses des liquides courants et de leurs fluctuations*. *Zem. technika* 19 (8) : 465-470, 1973.

Dans l'article on donne la description de la méthode de mesure de la vitesse d'un liquide courant en appliquant la méthode thermoanémométrique. Les mesures étaient effectuées à l'aide du thermoanémomètre de la firme DISA, type 55 D. Avant le

mesurage propre on a effectué la préparation des mesures et l'étalonnage du dispositif de mesure. La préparation du mesurage consiste dans la détermination du coefficient de résistance du fil de mesure en fonction de la température, puis de sa stabilité et dans la détermination de l'orientation principale de l'axe du fil dans l'espace de mesurage. L'étalonnage a été effectué dans le tunnel d'étalonnage. Malgré la préparation relativement compliquée du mesurage, de l'étalonnage et de l'évaluation, cette méthode est employée dans la recherche moderne sur une large échelle.

thermoanémométrie; écoulement du liquide; coefficient de résistance en fonction de la température

Adresa autora:

Ing. Petr K u b e š, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu ČAZ, Třebostická 12, 100 00 Praha 10

MĚŘENÍ A REGISTRACE ČASOVÝCH PRŮBĚHŮ FYZIKÁLNÍCH VELIČIN V ZEMĚDĚLSKÉM VÝZKUMU

J. Million

Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbát

MILLION J. *Měření a registrace časových průběhů fyzikálních veličin v zemědělském výzkumu.* Zem. technika 19 (8) : 471-478, 1973.

V článku je popsán miniaturní dynamometr, malý snímač tlaku $-0,5$ až $+1$ at, zařízení pro měření tlaku ve vysokotlaké části vstřikovacích čerpadel a možnosti použití popsaných zařízení v zemědělském výzkumu. Miniaturní elektrický dynamometr je vhodný pro měření stykových přitlačných napětí. Skládá se ze snímače pracujícího jako proměnný odpor a z napájecího obvodu. Měřicí rozsah je dán mechanickými vlastnostmi snímače a při jeho rozměrech $2,5 \times 2,5 \times 10$ mm je asi 0 až 500 p. Citlivost snímače je větší než $0,1$ mV/p a pracuje spolehlivě v rozsahu frekvencí sil 0 až 100 Hz. Chyba měření je vzhledem k nelineárnímu průběhu charakteristiky snímače 5 až 10 %. Malý snímač tlaků má tvar válce o průměru 8 mm a jeho celková délka je 50 mm. Hodí se pro připojení k běžným tenzometrickým aparaturám. Citlivost snímače při napájecím napětí 4 V je přibližně 5 mV/at. Spolehlivě pracuje v rozsahu 0 ÷ 500 Hz. Při obdélníkovém průběhu měřeného tlaku o frekvenci 400 Hz vykazuje frekvenční charakteristika pokles menší než 1 dB. Celková chyba měření je menší než 2 %. Zařízení pro měření tlaku ve vysokotlaké části vstřikovacích čerpadel se skládá ze snímače, napájecího obvodu zesilovače a záznamového zařízení. Snímač se dvěma aktivními odporovými tenzometry o odporech 1500 Ω má při napájecím napětí 90 V citlivost 0,3 mV/at. K záznamu naměřených hodnot do děrné pásky lze použít automatickou měřicí a registrační linku, jejíž stručný popis a použití je v článku uveden.

měření tlaku; snímače malých rozměrů; vysokoohmový tenzometr; záznam měřícím magnetofonem.

Socialistická zemědělská velkovýroba vyžaduje vědecky podložené řízení. Postupující mechanizace a automatizace zemědělské velkovýroby klade stále větší nároky nejen na přesnost všech přístrojů a zařízení, ale zejména na jejich spolehlivost v provozu.

Jednou z hlavních částí měřicího, popř. regulačního zařízení je snímač. Ve snímači se měřená (snímaná) fyzikální veličina transformuje na jiný druh fyzikální veličiny. Nejčastěji je výstupní veličinou snímače elektrické napětí, proud nebo impedance. Důvody přeměny neelektrických veličin na elektrické jsou tyto:

1. možnost dálkového přenosu naměřených veličin,
2. široký frekvenční rozsah měřené veličiny s možností registrace velmi rychlých dějů,

3. možnost komplexní automatizace jednotným regulačním obvodem,
4. jednoduché zpracování výstupních veličin počítačím obvodem, obvody pro sběr dat a samočinnými počítači.

Moderní metodika a použití aparatur s kvalitními snímači značně urychlila a zpřesnila měření. Problematickou měření a konstrukcí snímačů se ve stále větší šíři zabývá také katedra fyziky na VŠZ v Praze, kde byla sestavena řada snímačů a měřicích zařízení. Kromě toho bylo navrženo několik typů snímačů vyhovujících speciálním požadavkům. Jejich vlastnosti a možnosti použití jsou stručně popsány v další části článku.

MĚŘENÍ SILOVÉHO PŮSOBNÍ STRUKOVÉ GUMY NA STRUK

Pro toto měření byl sestaven a v provozu vyzkoušen miniaturní elektrický dynamometr (Řezníček, Million 1966). Celé zařízení se skládá ze snímače, napájecího obvodu a převodníku k měření stejnosměrného výstupního proudu snímače. Čidlem tohoto zařízení je odporový vysílač. Přítlačná síla působí přes deformační element na vhodně tvarovaný kontakt, který se postupně přitlačuje k odporové vrstvě nanesené na izolační destičce o rozměrech $2,5 \times 0,5 \times 8,0$ mm. Tím se zvětšuje nebo zmenšuje odpor snímače. Snímač je zapojený v jedné větvi Wheatstonova můstku napájeného ze zdroje o konstantním napětí. Odpor snímače byl zvolen v rozmezí $10 \div 100$ k Ω . Tím se snížil na přijatelnou mez vliv změny přechodového odporu, způsobené hlavně nečistotami mezi kontaktem a odporovou vrstvou. Vliv nečistot na přechodový odpor lze také výrazně omezit vyplněním prostoru mezi kontaktem a odporovou vrstvou olejem vhodných vlastností.

Měřicí rozsah snímače je dán jeho mechanickými vlastnostmi a v tomto případě je $0 \div 500$ p. Citlivost dynamometru je při napájecím napětí 60 V asi 0,1 mV/p. Snímač pracuje spolehlivě v rozsahu frekvencí sil $0 \div 100$ Hz.

Nevýhodou tohoto dynamometru je jeho nelineární charakteristika. Považujeme-li závislost výstupního napětí na vstupní síle za lineární, vznikne při měření 5 $\div$ 10 % chyba.

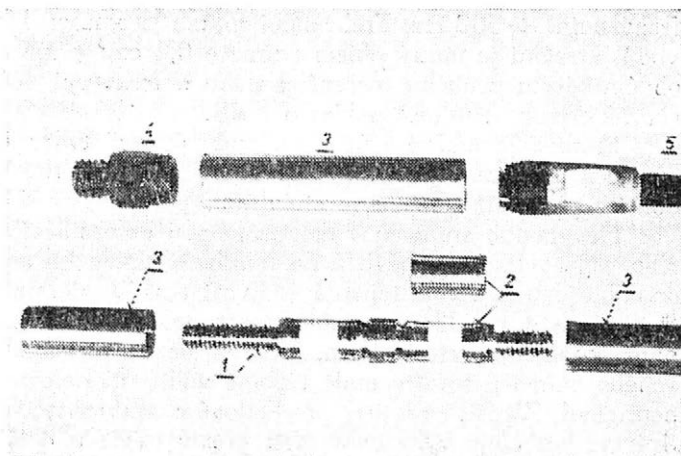
MALÝ SNÍMAČ PRO MĚŘENÍ TLAKŮ $-0,5 \div +1$ AT

Nutnost použití snímačů malých rozměrů, které by bylo možné umístit do blízkosti prostoru, v němž je třeba tlak nebo podtlak měřit, vzniká jak při vyšetřování vlastností různých strojů, tak i v oblasti výzkumu živých organismů. Přes malou váhu a rozměry musí být snímač dostatečně citlivý a odolný proti vnějším vlivům. Po připojení na měřený prostor nemá snímač podstatně zvětšit jeho objem a ovlivnit vlastnosti prostoru při rychlých změnách tlaku.

Při konstrukci malého snímače tlaků (Řezníček, Million 1968) se vycházelo z těchto požadavků: snímač má být válcový, opatřený závitem k připojení na měřený prostor s vývodem vodičů z podstavky válce, jako převodníku tlaků na elektrický signál použít odporových drátových tenzometrů s možností připojení na běžné tenzometrické aparatury, měřicí rozsah $-0,3$ až $+1$ at, dobrá tepelná kompenzace a malý vlastní objem deformačního prvku.

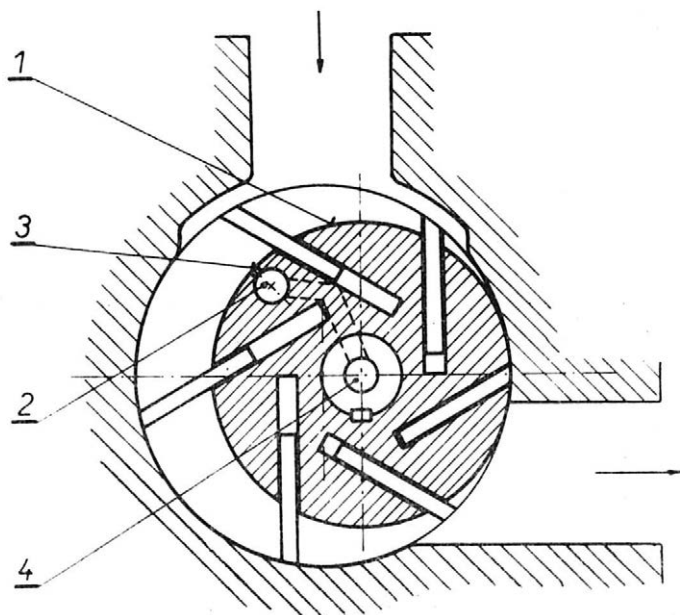
Snímač navržený podle uvedených požadavků má tvar válce o průměru 8 mm a včetně závitu a kabelové koncovky má délku 50 mm. Snímač se skládá z nosného nosníku s přírodními kanály a otvory pro přívody vodičů. Na nosníku

1. Malý snímač tlaku:
1 — nosník, 2 — bronzové trubičky, 3 — pouzdro, 4 — připojení snímače na měřený prostor, 5 — přívodní kabel



jsou zatmeleny dvě bronzové trubičky o tloušťce stěny 0,025 mm a průměru 6 mm. Jejich délka je 10 mm. Na těchto deformačních prvcích jsou na tenké izolační vrstvě z papíru nebo polyuretanového laku navinuty čtyři aktivní tenzometry o odporu 120 Ω. Přívodní kanálky jsou upraveny tak, že jeden deformační prvek je namáhán z vnitřní strany, druhý z vnější strany. Navinuté tenzometry jsou proti vnějším vlivům chráněny vrstvou ochranného laku. Jednotlivé části snímače jsou na obr. 1.

Citlivost vlastního snímače zapojeného do můstku je při napájecím napětí 4 V přibližně 5 mV/at. Při použití běžné tenzometrické aparatury lze pracovat na rozsahu $\frac{\Delta R}{R} = 1,25 \text{ ‰}$ při tlacích v rozmezí od -0,5 do +1 at a na rozsahu $\frac{\Delta R}{R} = 2,00 \text{ ‰}$ při tlacích od -0,5 do +2 at. Spolehlivě pracuje v rozsahu



2. Uložení snímače v rotoru vývěvy: 1 — rotor, 2 — snímač, 3 — spojovací kanálek, 4 — vývod kabelu

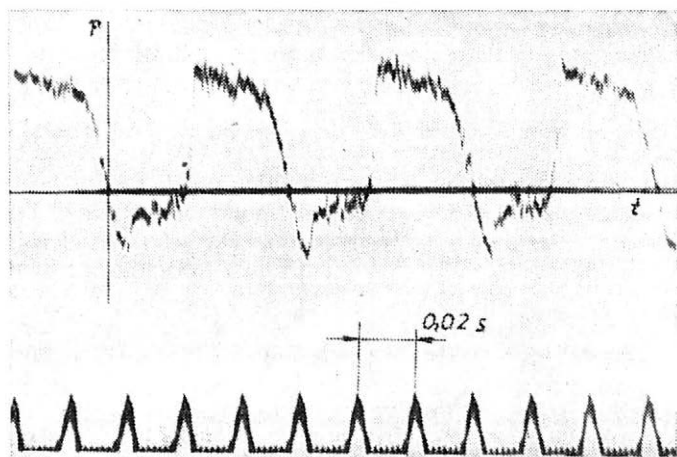
frekvencí $0 \div 500$ Hz. Frekvenční rozsah je omezen hlavně tvarem a délkou přívodů, kterými je činný objem snímače $0,2 \text{ cm}^3$ připojen na měřený prostor. Při obdélníkovém průběhu měřeného tlaku o frekvenci 400 Hz vykazuje frekvenční charakteristika snímače pokles o 1 dB.

Snímač je možné použít po malé úpravě tvaru a počtu deformačních elementů a po úpravě přívodních kanálů pro měření tlaků větších i velkých s velmi dobrou přesností a tepelnou stabilitou.

Nevýhodou snímačů s tenkou stěnou deformačního elementu je však hystereze, jejíž velikost je závislá na kmitočtu měřeného tlaku. Příčinou tohoto nežádoucího jevu je menší tepelná vodivost tenkého deformačního elementu. Je proto třeba zajistit rychlé vyrovnání teplot deformačních elementů a ostatních částí, např. vyplněním všech dutin, které se nezúčastní měření, olejem. U takto upraveného snímače se vliv malé tepelné vodivosti deformačního elementu již téměř neprojevil. Zlepšil se i tvar přechodové charakteristiky snímače plněného olejem. Snímač bez oleje vykazoval větší překmit čela a delší dobu ustálení přechodového děje.

Popsaný snímač má malé rozměry, dobré frekvenční vlastnosti, nelinearitu menší než 1 % a celkovou chybu měření včetně nestability menší než 2 % při rozsahu $-0,5$ až $+2$ at.

Při rozsahu tlaků v rozmezí $-0,3$ až $+1$ at je celková chyba měření 1 %. Je třeba ještě poznamenat, že tyto údaje platí pouze pro samotný snímač.



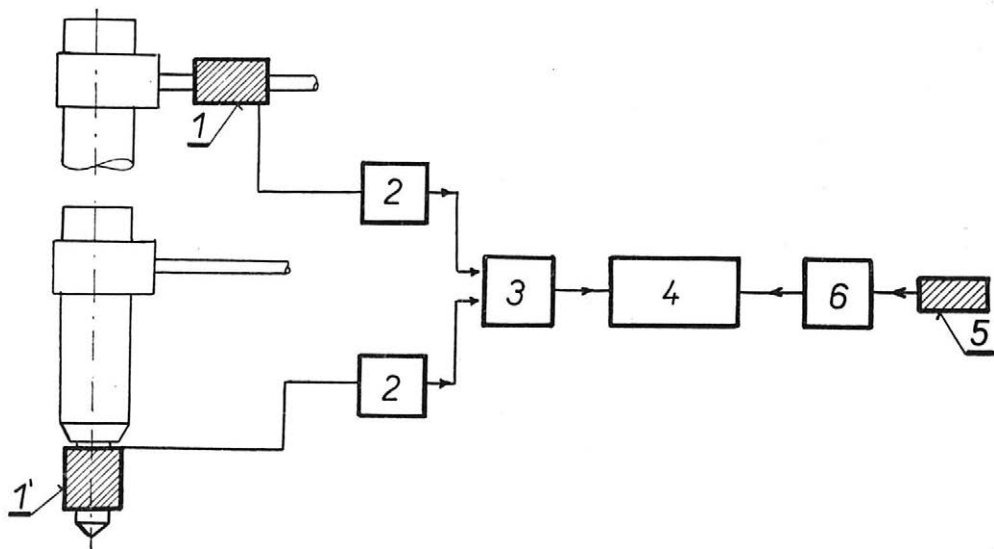
3. Průběh tlaku v komoře rotační vývěvy měřený malým snímačem

Se snímačem malých rozměrů bylo provedeno měření průběhu tlaků v komoře rotační křídlové vývěvy. Snímač byl uložen přímo v rotoru křídlové vývěvy (obr. 2). S pracovním prostorem jedné komory křídlové vývěvy byl spojen snímač spojovacím kanálkem. S tenzometrickou aparaturou byl snímač spojen kabelem procházejícím hřídelí vývěvy ke kroužkovému kolektoru.

Teoretickému studiu činnosti kompresorů s rotujícím pístem je v literatuře věnována značná pozornost. Experimentální práce týkající se studia pracovních pochodů jsou však v odborné literatuře vzácné. Měřením průběhu tlaku byly s dostatečnou přesností získány podklady k sestavení indikátorového diagramu, podle kterého je pak možné celkově posoudit činnost kompresoru a udělat změny v konstrukci vedoucí k jeho zlepšení (Řezníček, Million 1966).

MĚŘENÍ PRŮBĚHU TLAKŮ VE VYSOKOTLAKÉ ČÁSTI VSTŘIKOVACÍCH ČERPADEL

V tomto měření se používá celé řady aparatur. U nás vyráběný je např. indikátor Tesla BM 398. Většinou jde o nákladná zařízení, náročná na seřízení a údržbu. Pro měření průběhu tlaků ve vysokotlaké části byla na katedře fyziky VŠZ v Praze navržena a sestavena aparatura skládající se ze snímače, napájecího obvodu a stejnosměrného zesilovače. Jako záznamového zařízení bylo použito osciloskopu s kamerou, popř. s fotopřístrojem (Řezníček a kol. 1969) — (obr. 4).



4. Měření průběhu tlaku ve vysokotlaké části vstřikovacích čerpadel: 1 — snímač, 2 — napájecí obvod snímače, 3 — zesilovač, 4 — osciloskop, 5, 6 — řízení časové základny osciloskopu

Snímač tlaku, tvořený dvěma aktivními odporovými tenzometry o odporu 1500 Ω , je provedený navinutím odporového drátu o průměru 0,025 mm přímo na vhodně upravené těleso trysky. Snímač je teplotně kompenzován dvěma tenzometry umístěnými na pevné části tělesa trysky v blízkosti aktivních tenzometrů. Aktivní i kompenzační tenzometry jsou zapojeny do můstku. Vzhledem k tomu, že snímač je za provozu dostatečně chlazen vstřikovaným palivem, je možné zvýšit napájecí napětí až na 90 V. Za těchto podmínek je citlivost snímače asi 0,3 mV/at. Zvýší-li se úroveň výstupního signálu zesilovačem na 3 mV/at, je možné k záznamu měřeného průběhu použít osciloskopu běžného provedení. Provede-li se celé zařízení jako souměrné (včetně záznamové části), není třeba použít stíněných vodičů, protože na poměrně nízkém vstupním odporu (1500 Ω) vznikají zanedbatelně malá rušivá napětí.

Přesnost měření je dána použitým záznamovým zařízením a stabilitou napájecího zdroje. Frekvenční rozsah snímače je dán jeho mechanickými vlastnostmi.

Výhodou tohoto jednoúčelového zařízení je, že lze jednoduchým způsobem synchronizovat časovou základnu záznamového zařízení s vlastním průběhem měřeného vstřikovacího tlaku.

Zavedení moderních měřicích metod a použití nových záznamových a vyhodnocovacích zařízení značně urychlilo měření v různých oborech výzkumu a výroby. Zvláště pak zavádění takových registračních zařízení, která umožňují vyhodnocení zaznamenaných zpráv automatickými stroji, má stále větší význam.

Strojově zpracovávat naměřené hodnoty umožňuje např. jejich záznam na magnetofonový pás. Měření s použitím magnetického záznamu se stalo v technické praxi samozřejmostí a v mnoha případech i jedinou možností. Tento způsob umožňuje záznam a reprodukci časového průběhu libovolné fyzikální veličiny, kterou je možné s dostatečnou přesností převést příslušným snímačem na elektrický signál.

Největší výhodou magnetického záznamu je časová transformace a možnost vícenásobné reprodukce. Tyto vlastnosti přímo předurčují měřicí magnetofony jako prostředky pro měření na objektech v terénu, při nákladných zkouškách, při měření ve zdraví škodlivém prostředí atd. Zaznamenané hodnoty jsou pak zpracovávány v laboratořích. S výhodou se dá magnetický záznam použít s analogovou nebo digitální výpočetní technikou.

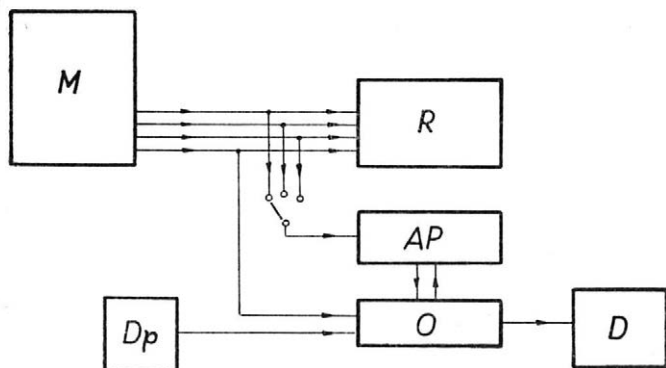
Pro magnetický záznam naměřených hodnot lze použít všech typů sériově vyráběných magnetofonů ve spojení s vhodným adaptérem. K současnému záznamu a reprodukci čtrnácti elektrických signálů vyrábí n. p. Tesla Bratislava měřicí magnetofon EMM 140 (Million 1971).

Zařízení používá magnetofonové pásky 1" a má čtyři volitelné rychlosti 4,75 cm/sec, 9,5 cm/sec, 19,05 a 38,1 cm/sec. Záznam může být buď frekvenčně modulovaný nebo s pomocnou vysokofrekvenční předmagnetizací.

Při frekvenčně modulovaném záznamu udává výrobce při posuvu pásku 38,1 cm/sec frekvenční rozsah $0 \div 2,5$ kHz a zkreslení 1,5 %. Při záznamu s vysokofrekvenční předmagnetizací je frekvenční rozsah $0,2 \div 30$ kHz a nelineární zkreslení 5 %. To platí opět pro nejvyšší rychlost posuvu pásku 38,1 cm/sec (technický popis).

Při běžném měření v provozu lze tímto zařízením zaznamenat naměřené hodnoty s přesností ne větší než 2,5 % z celého zaznamenávaného rozsahu, což je zvláště pro záznam malých úrovní napětí přesnost nedostatečná.

Pro měření a automatickou registraci naměřených hodnot byla na katedře fyziky VŠZ v Praze sestavena automatická linka. Základní částí linky je analogově číslicový převodník NR-10. Na jeho výstup je připojeno zařízení (elektronický organizátor) (Š í r 1971) navržené a zhotovené pracovníky katedry. Orga-



5. Schéma měřicí a registrační linky: M — měřicí magnetofon, R — registrační přístroj, AP — analogově číslicový převodník, O — organizátor, D — děrovač, Dp — dálnopis

nizátor převádí výstupní kód převodníku NR-10, do kterého jsou zobrazeny hodnoty měřené veličiny, na kód vhodný pro vstup vlastního registračního zařízení (děrovač) a celý proces měření časově řídí.

Měřicí linka je vhodná k přesnému měření všech fyzikálních veličin, které lze převést na stejnosměrné napětí o hodnotách -10 až $+10$ V nebo větší. Maximální rychlost měření jednotlivých hodnot určuje použitý děrovač.

Chyba měření je dána vlastnostmi převodníku NR-10 a je při rozsahu 0 až $+10$ V maximálně ± 5 mV, tj. 0,1 % měřeného rozsahu.

Doplněním měřicí a registrační linky měřicím magnetofonem (obr. 5) a vhodnými zesilovači vznikne zařízení pro vícekanálová měření s celkovou chybou asi 2,5 %. Hodnoty a informace potřebné pro další zpracování záznamu počítačem lze zaznamenat např. dálnopisem, připojeným k registrační části linky.

Literatura

- REZNÍČEK R., MILLION J., 1966, Způsob měření silového působení strukové gumy na struk. Sborník F. m. VŠZ, Praha : 253-258.
- REZNÍČEK R., MILLION J., 1968, Jemná mechanika a optika. 2.
- REZNÍČEK R., VOPÁLENSKÝ V., MILLION J., 1969, Jednoduchá aparatura pro vyšetřování vlivu opotřebení součástí vstřikovacího čerpadla na průběh tlaku ve vysokotlaké části. Sborník F. m. VŠZ, Praha : 67-72.
- MILLION J., 1971, Měřicí magnetofon MM 140 a jeho použití s číslicovou registrační linkou. Sborník F. m. VŠZ, Praha : 127-134.
- Tesla Bratislava, Technický popis magnetofonu EMM 140.
- ŠÍR V., 1971, Možnosti užití číslicových metod v zemědělské technice a výzkumu. Zem. technika, 2 : 107-116.

Došlo dne 15. 5. 1973

МИЛЛИОН Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол, Чехословакия). Измерение и регистрация кривых изменения физических величин во времени в сельском хозяйстве. Zem. technika 19 (8) : 471-478, 1973.

В статье описывается миниатюрный динамометр, небольшой датчик давления 0,5—1 атм, приспособление для измерения давления в насосах высокого давления и возможности применения описанных приспособлений для сельскохозяйственного исследования. Миниатюрный электрический динамометр пригоден для измерения контактных прижимных давлений. Он состоит из датчика, работающего как переменное сопротивление и из питательной цепи. Масштаб измерения обуславливается механическими свойствами, а при его размерах $2,5 \times 2,5 \times 10$ мм составляет примерно 0—500 р. Чувствительность датчика превышает 0,1 мвт/р, он работает надежно в масштабе частоты сил от 0 до 100 герц. Ошибка измерения по отношению к нелинейной характеристике датчика составляет 5—10 %. Небольшой датчик давления имеет форму цилиндра диаметром 8 мм, его общая длина составляет 50 мм. Он пригоден для подключения к обычным тензометрическим аппаратам. Чувствительность датчика при питающем напряжении 4 вольта составляет примерно 5 мвт/атм. Надежно работают в диапазоне от 0 до 500 герц. При прямоугольном ходе измеряемого давления частотой в 400 герц характеристика частоты показывает понижение менее, чем на 1 дб. Общая ошибка измерения не достигает 2 %. Приспособление для измерения давления в части высокого давления топливных насосов состоит из датчика, питательной цепи усилителя и записывающего устройства. Датчик с двумя активными тензотрами сопротивлением с сопротивлениями 1500 Ω при напряжении питания 90 вольт обладает чувствительностью 0,3 мвт/ат. Для записи намеренных величин на перфокарту можно применить автоматическую измерительную и регистрирующую линию, краткое описание и применение которой приводится в статье.

измерение давления; датчик небольших размеров; высокоомный тензометр; запись при помощи измерительного магнетофона

MILLION J. (University of Agriculture, Praha-Suchdol, Czechoslovakia). *The Measurement and Registration of the Time Courses of Physical Values in Agricultural Research*. Zem. technika 19 (8) : 471-478, 1973.

The paper describes a miniature dynamometer, a small pressure scanner (-0.5 to $+1$ atm.), equipment for pressure measurement in the high-pressure part of the fuel injection pump, and the possibilities of the use of the described apparatuses in agricultural research. The miniature dynamometer is suitable for the measurement of tamper-proof compression stress. It consists of a scanner (working as a variable resistor) and a feeding circuit. The measuring range depends on the mechanical properties of the scanner — it is approx. $0-500$ p, the scanner size being $2.5 \times 2.5 \times 10$ mm. The sensitivity of the scanner is more than 0.1 mV p^{-1} . The scanner works reliably in the power frequency range from 0 to 100 Hz. In view of the non-linear course of the scanner characteristics the measurement error is $5-10\%$. The small pressure scanner has a form of a cylinder, 8 mm in diameter. Its length is 50 mm. It can be attached to conventional tensometric apparatuses. The feed voltage is 4 V and the sensitivity of the scanner is about 5 mV at^{-1} . The scanner works reliably in the range of $0-500$ Hz. With a rectangular course of the measured pressure at the frequency of 400 Hz, the frequency characteristics shows a decrease smaller than 1 dB. The total measurement error is lower than 2% . The equipment for the pressure measurement in the high-pressure part of fuel injection pump consists of a scanner, feed circuit, amplifier and recording unit. The scanner has two active resistor tensometers (resistance $1,500 \Omega$). The feed voltage is 90 V. The sensitivity level of the scanner is 0.3 mV at^{-1} . The automatic measuring and recording line described in the paper can be used to record the measured values on a punched tape.

pressure measurement; small-size scanner; high-ohmic tensometer; measuring tape-recorder and its records

MILLION J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha-Suchdol, Tschechoslowakei). *Messung und Registrierung der Zeitverläufe von physikalischen Größen in der landwirtschaftlichen Forschung*. Zem. technika 19 (8) : 471-478, 1973.

Im vorliegenden Aufsatz wird ein Miniatur-Zugkraftmesser, ein kleiner Druckgeber für $-0,5$ bis $+1$ atm. Vorrichtung für die Druckmessung im Hochdruckteil von Einspritzpumpen und Einsatzmöglichkeiten der beschriebenen Einrichtungen in der landwirtschaftlichen Forschung behandelt. Der elektrische Miniatur-Zugkraftmesser ist zur Messung von Kontaktandruckspannungen geeignet. Er besteht aus einem als regelbarer Widerstand arbeitenden Fühler und einem Speisekreis. Der Meßbereich ist durch die mechanischen Eigenschaften des Fühlers gegeben und bei den Abmessungen von $2,5 \times 2,5 \times 10$ mm beträgt ca 0 bis 500 p. Die Empfindlichkeit des Fühlers ist größer als $0,1 \text{ mV p}^{-1}$ und arbeitet zuverlässig im Stärkefrequenzbereiche von 0 bis 100 Hz. Der Meßfehler beträgt in Anbetracht des nichtlinearen Verlaufes der Fühlercharakteristik 5 bis 10% . Der kleine Druckgeber ist von der Zylinderform mit 8 mm Durchmesser und seine Gesamtlänge ist 50 mm. Er eignet sich zum Anschluß an geläufige tensometrische Apparaturen. Die Empfindlichkeit des Fühlers bei der Speisespannung von 4 V ist ungefähr 5 mV at^{-1} . Er arbeitet zuverlässig im Bereiche von $0 + 500$ Hz. Bei dem rechteckigen Verlauf des gemessenen Druckes von 400 Hz Frequenz unterschreitet die Frequenzcharakteristik 1 dB. Der Gesamtmeßfehler ist kleiner als 2% . Die Einrichtung für die Druckmessung im Hochdruckteil von Einspritzpumpen besteht aus einem Fühler, Verstärkerspeisekreis und Aufzeichnungsvorrichtung. Der Fühler mit zwei aktiven Dehnungsmeßstreifen von 1500Ω Widerstand weist bei der Speisespannung 90 V die Empfindlichkeit von $0,3 \text{ mV at}^{-1}$ auf. Zur Meßwertaufnahme in den Lochstreifen kann man die automatische Meß- und Registrierstraße verwenden, deren kurzgefaßte Beschreibung und Einsatz im Aufsatz aufgeführt werden.

Druckmessung; Fühler von kleinen Abmessungen; hochohmiger Dehnungsmesser; Aufnahme mittels Meßtonbandgerät

Adresa autora:

Ing. J. Million, Vysoká škola zemědělská, katedra fyziky, 160 21 Praha 6 - Suchdol

MĚŘICÍ METODY A ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÉ NA MECHANIZAČNÍ FAKULTĚ VYSOKÉ ŠKOLY ZEMĚDĚLSKÉ V PRAZE PŘI VÝZKUMNÝCH PRACÍCH

V. Šír

Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbát

ŠÍR V. *Měřicí metody a zařízení používané na mechanizační fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze při výzkumných pracích.* Zem. technika 19 (8) : 479-492, 1973.

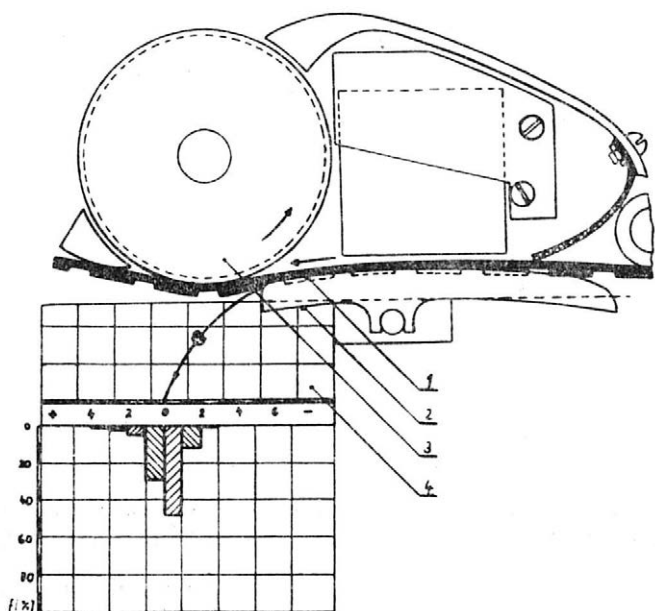
V článku jsou popsána některá měření, měřicí metody a měřicí zařízení používaná při výzkumu na mechanizační fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze. Jedná se o: vyšetřování přesných secích strojů metodou rychlostní kinematografie, metodu pro měření pevnosti brambor, zjišťování sil potřebných pro vytrhávání zemědělských plodin z půdy, zjišťování rovnovážné vlhkosti obilí, zjišťování odporu půdních krojidel v půdním kanálu, zkoušky traktorových motorů a příslušných paliv a mazadel, přístroje na měření třecích úhlů zemědělských materiálů, zjišťování vlastností ventilačních zařízení, vyšetřování využití strojů, vyšetřování postřikovačů, měření na hydročističi, diagnostické prověrky motorů, vyšetřování mechanických vlastností kostí, použití Dovelova hranolu, měření specifických tepel a tepelné vodivosti, přístroj pro automatickou tabelaci okamžitých hodnot na děrnou pásku, měřicí magnetofon, osciloskop s elektrostatickou pamětí, fotoelektrický analyzátor, trhací stroj pro zvýšené deformační rychlosti, mikrotrhací stroj pro zjišťování vazebních sil zrn v klasu, zjišťování optických vlastností zemědělských materiálů, zjišťování fyzikálně-chemických vlastností mléka.

měřicí metody v zemědělské technice; rychlostní kinematografie; zkoušky motorů; mechanické vlastnosti materiálů; tepelné vlastnosti; optické vlastnosti; registrace měření; měřicí magnetofon

V rámci semináře o měřicích metodách a měřicích zařízeních používaných při výzkumu zemědělské techniky, který proběhl v roce 1972 na mechanizační fakultě VŠZ Praha, byl přednesen příspěvek na uvedené téma. Tento příspěvek je v tomto článku reprodukován. Přesto, že zde nejsou zahrnuty všechny měřicí metody, event. všechna měřicí zařízení, kterých se na mechanizační fakultě VŠZ používá pro výzkum zemědělské techniky, vzniká zde nejen obraz na uvedené téma, ale také pohled na bohatou činnost pracovníků MF ve výzkumu tak důležitém pro rozvoj národního hospodářství.

KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

Na katedře zemědělských strojů se vyšetřuje práce přesných secích strojů při proměnných konstrukčních a funkčních parametrech metodou rychlostní kinematografie (V e l d a 1968, 1969). Dřívější metody (výsev na lepkavý pás, výsev

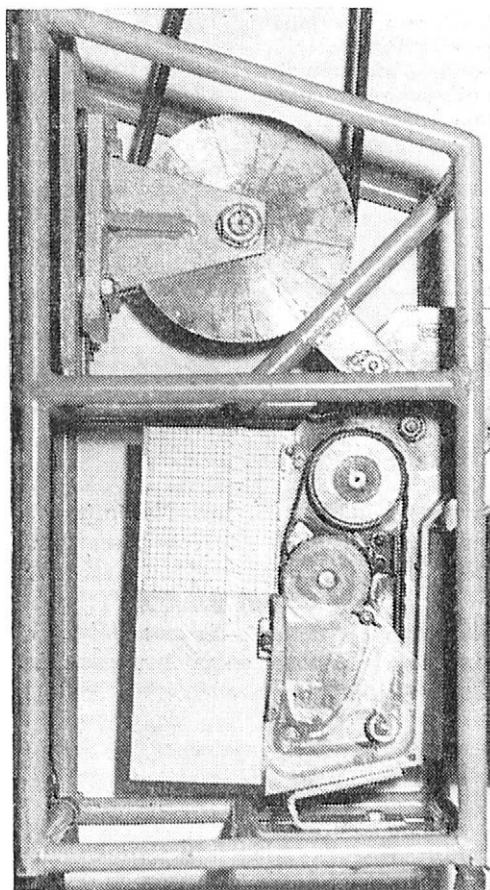


1. Schéma náběrové a výpadové části páskového výsevního ústrojí pro přesné setí s diagramem rozptýlu míst dopadu jednotlivých semen: 1 — výsevní pásek, 2 — podložka, 3 — stírací váleček, 4 — kontrolní stupnice

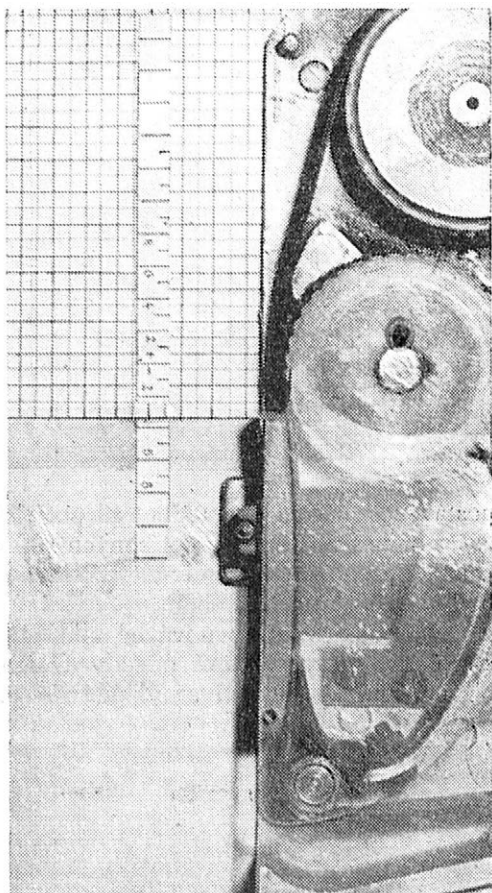
do půdního kanálu) neumožňovaly dostatečně ohodnotit výsevní ústrojí ani podrobněji zjistit příčiny nepřesnosti výsevu. Princip uvedené registrace spočívá v tom, že je snímána průhlednou boční stěnou oblast výpadu semen z výsevního zařízení spolu se speciální souřadnicovou sítí, jež je zde umístěna. Souřadnicová síť slouží potom k snadnému určení polohy semene při vyhodnocování záznamu. Obrazová frekvence snímání je volena v závislosti na časových intervalech mezi výpady jednotlivých semen, a to proto, aby celkové jednotlivé záběry mohly být zpracovány statisticky. Pro vyhodnocování kinogramů bylo použito linky, sestavené k tomuto účelu na katedře. Linka se skládá z prohlížečky doplněné o vyhodnocovací zařízení s příslušnými stupnicemi. Přiložení předem značeného filmu ke stupnicím vyhodnocovacího zařízení umožňuje mimo jiné přesné určení rozteče mezi jednotlivými vyšetřými semeny. Je samozřejmé, že přesná znalost tvaru celé trajektorie semene ve výsevním ústrojí přesného secího stroje umožňuje odhalení zdroje chyb výsevního ústrojí (obr. 1, 2, 3).

Další práce katedry zemědělských strojů se týká měření pevnosti povrchu brambor (B ř e č k a 1970). Měřicí metoda spočívá v tom, že kolík o průměru 3 mm je zatěžován plynule se zvětšující silou až do okamžiku, kdy dojde k proražení povrchové vrstvy hlízy. V tomto okamžiku se změří a zaregistruje maximální hodnota přitlačné síly. Dále se na upraveném trhacím stroji prověřovala pevnost celé hlízy brambory v tlaku. Pro toto měření byla později katedrou zemědělských strojů postavena speciální měřicí linka. V poslední době se zde zkouší pevnost hlíz brambor v rázu metodou převzatou z NDR. Výsledky těchto měření se porovnávají s výsledky získanými z předcházejících metod (obr. 4).

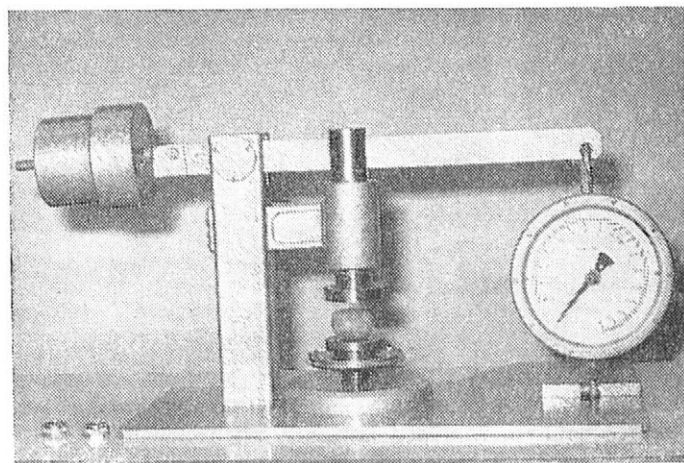
Pro zjišťování síly potřebné k vytržení stonku lnu z půdy se používal speciální dynamometr postavený na ČVUT. Pro uvedené účely byl na katedře v pozdější době postaven speciální trhací stroj na vytrhávání rostlin z půdy (K ř e m e n á k 1972). Tento stroj byl používán na vytrhávání natí brambor z půdy a na vytrhávání stonku lnu. Rovněž bylo na katedře zemědělských strojů



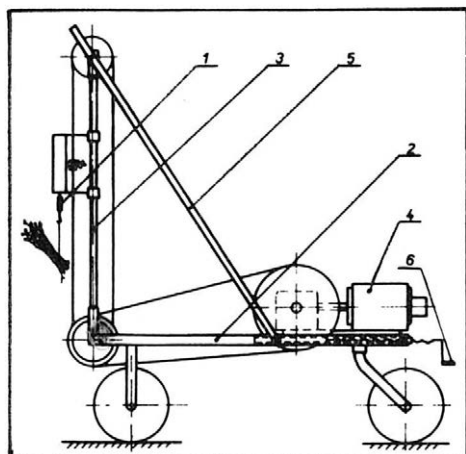
2. Měřicí přípravek s páskovou výsevní jednotkou



3. Nabírací komora a výpadkový úsek páskového výsevního ústrojí pro přesný výsev



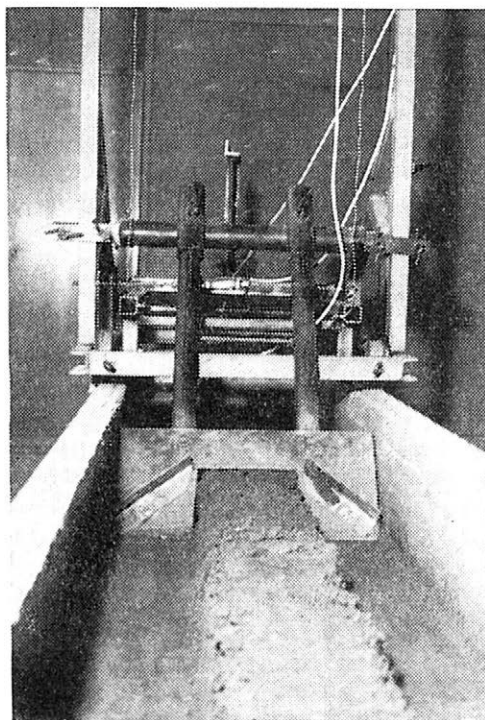
4. Přístroj pro měření pevnosti hlízy bramboru



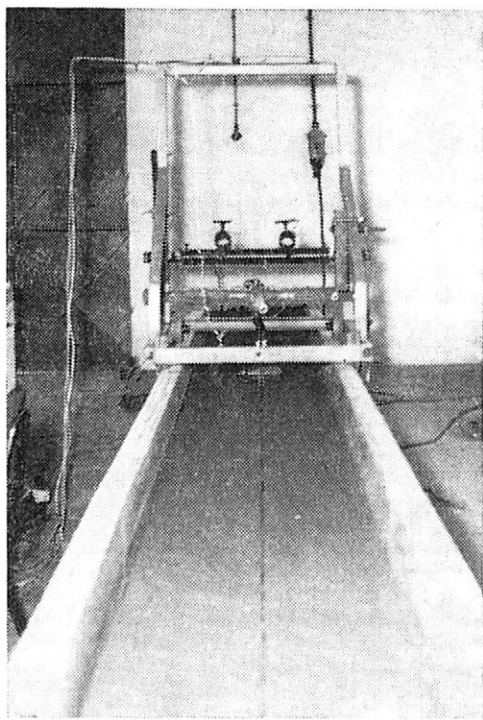
5. Stroj na vytrhávání rostlin z půdy:
1 — dynamometr, 2 — rám stroje, 3 —
vodící rám trhacího jha, 4 — elektro-
motor, 5 — stavěcí podpěra, 6 — napí-
nací šroub

postaveno zařízení pro měření sil potřebných pro trhání tobolek lnu. Navíc je zde zařízení pro zjištění sil potřebných pro drcení lnu. Byl také navržen a sestaven přístroj pro měření rozměrů tobolek lnu (měří se tři rozměry — 3 indikátorové hodinky) (obr. 5).

Pro zjišťování rovnovážné vlhkosti obilí používají na katedře zemědělských strojů tzv. gravimetrické metody (Laga, Smetana). Metoda spočívá v tom, že obilí o známé vlhkosti se vkládá do prostředí o jiné známé vlhkosti a teplotě



6. Půdní kanál — úprava profilu půdy
nožovým krojidlom



7. Půdní kanál — zjišťování odporu ko-
toučového krojidla

a potom se sleduje průběh vlhkosti vzorku v závislosti na čase. Průběh vlhkosti sledovaného vzorku se v závislosti na čase pohybuje po určité křivce, jejíž tvar závisí převážně na počátečních podmínkách. K tomuto výzkumu je používáno zařízení značky Feutron, dovezené z NDR.

Dále jsou zde zjišťovány odpory různých půdních krojidel při jejich práci. Měří se převážně v půdním kanálu (Friedman 1968, 1972). K měření se mimo jiné používá např. linky sestavené z tenzometrické aparatury s připojenými dynamometry s elektrickými odporovými tenzometry (obr. 6, 7).

KATEDRA TRAKTORŮ

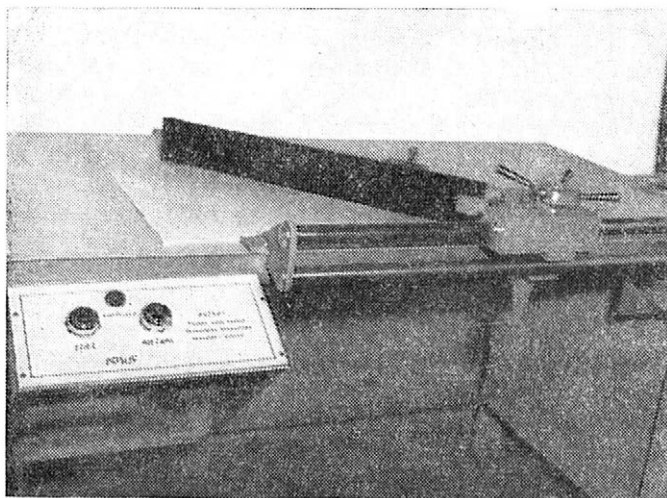
Na katedře traktorů se dělá rozbor a stanovení kvantity a kvality jednotlivých komponentů ve výfukových plynech naftových motorů (hlavně zemědělských traktorů) z hlediska kalorického a z hlediska znečišťování ovzduší. Pracuje se na určení absolutního množství sazí u naftových motorů (Růžicka 1969). Některé dílčí úkoly vývojového a výzkumného charakteru se řeší ve spolupráci s příslušnými institucemi (Výzkumný ústav motorových vozidel Praha, Benzina Praha, Desto Děčín). Jedná se např. o výzkum benzinového motoru se vstřikováním benzinu, výzkum olejů různých typů z hlediska jejich životnosti, výzkum katalyzátorů na snížení obsahu CO ve výfukových plynech naftových motorů, výzkum exhalací do klikové skříně z hlediska množství a analýzy s ohledem na možnost recirkulace těchto exhalací do sacího mechanismu.

Katedra traktorů dělá také zrychlené zkoušky motorů z hlediska stanovení krouticího momentu a mechanických ztrát pomocí měřicích zařízení zkonstruovaných katedrou (mimo jiné se při tomto měření stanoví úhlové zrychlení). Pro tyto zkoušky bylo postaveno na katedře zařízení, které během měření vynáší automaticky charakteristiku motoru. Ostatní fyzikální veličiny, které je nutné při výzkumu na jednotlivých mechanismech prověřovat, se měří běžnými zařízeními.

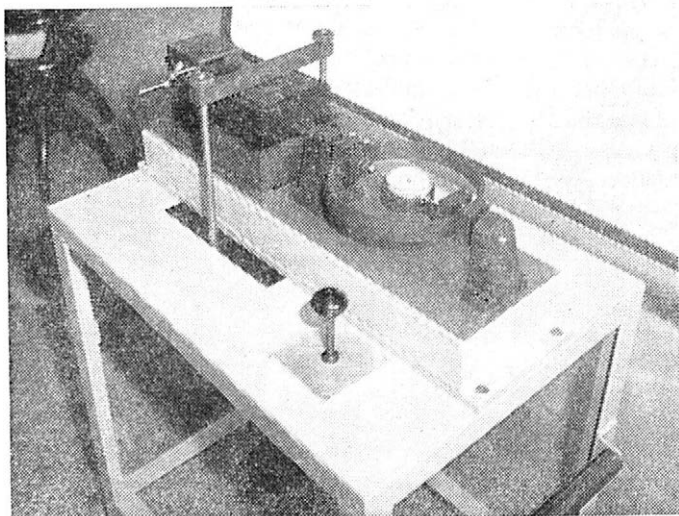
Při výzkumu traktorů katedra v nynější době používá metod urychlených tahových zkoušek, kde se příslušné hodnoty měří na válcové zkušební traktorů, která byla navrhnutá a postavena katedrou. K tomuto zařízení přísluší i elektrická výkonová brzda KS 56, na které se prověřuje před vlastním měřením spalovací motor zkoušeného traktoru přes vývodový hřídel. Katedra má k dispozici zařízení na zkoumání měrných tlaků pneumatik na půdu, které rovněž navrhla a postavila vlastními silami. Navíc je vybavena měřicím vozem s kompletním zařízením pro klasické tahové zkoušky zemědělských strojů. Pro uvedené zkoušky se vždy používají elektrické měřicí linky s možností grafické registrace.

KATEDRA VNITROPODNIKOVÉ MECHANIZACE

Na katedře vnitropodnikové mechanizace byl postaven přístroj pro měření třecího úhlu zemědělských materiálů. Přístroj je opatřený výměnnými pracovními plochami. Činnost a uspořádání uvedeného zařízení je tato: po vodorovné desce je posouván vzorek materiálu, uzavřený v držáku svislou deskou, která svírá se směrem posuvu úhel 45° . Držák zkoušeného materiálu je opatřen pisátkem, které zaznamenává výslednou trajektorii vzorku. Dále byl na katedře postaven Casagrandeův přístroj pro měření vnitřního třecího úhlu sypkých a řezaných materiálů. Tímto přístrojem se dá měřit i stlačitelnost zemědělských materiálů. Katedra rovněž používá zařízení pro měření výsypných úhlů (obr. 8, 9).



8. Přístroj pro měření třecího úhlu zemědělských materiálů



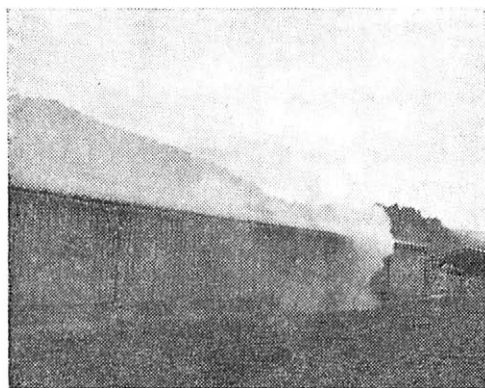
9. Casagrandeův přístroj

Na katedře vnitropodnikové mechanizace, na ústavu elektrizace, se zabývají měřením vlhkostí půdy a obilí (Vítek V.). Vlhkost se měří kapacitními snímači, spojenými s Q-metrem; nyní se používá speciálního vysokofrekvenčního můstku, postaveného a navrženého na ústavu. Rovněž se zde zjišťuje vodivost mléka při různých teplotách a tučnostech.

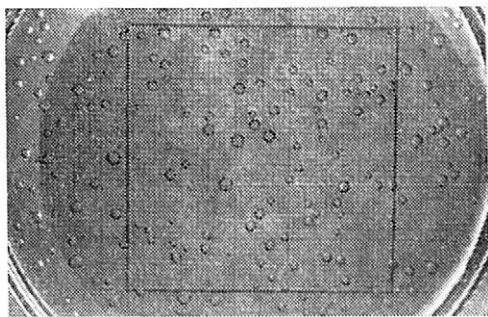
Na ústavu elektrizace se také měří elektrické fyzikální vlastnosti půd a živých objektů (Petrbok K.). Jedná se o měření indukčnosti vodivosti atd.

KATEDRA VYUŽITÍ STROJNĚ TRAKTOROVÉHO PARKU

Na katedře využití strojně traktorového parku byly v poslední době zjišťovány vlastnosti ventilačních zařízení v různých hospodářských objektech. K těmto účelům bylo převážně využíváno metod zviditelňování proudění kolorováním proudících vzdušín různými chemickými přípravky (Kadlec 1969, 1972).



10. Indikace proudění kolorováním — zkouška na vnější zkratové proudění



11. Sledování velikosti a přesnosti kapek dopravovaných postřikovači na zavlažovanou plochu. Snímek sloužící pro vyhodnocování

Koloruje se ve vhodných místech a látkami, které neohrožují zdraví hospodářských zvířat. Takto zviditelněné proudění je fotografováno a fotografie jsou vyhodnocovány. K indikaci proudění bylo ovšem používáno i metod jiných (obr. 10).

Jeden z výzkumných úkolů katedry VSTP je zaměřen na sledování práce strojů. Časový režim práce zemědělských strojů je sledován synchrografem, který je spojen s liniovým zapisovačem (Ondřej 1963). Převážně se jedná o sledování sklizňových strojů — sleduje se tok sklizeného materiálu až po uskladnění. Synchrograf byl postaven a vyvinut na katedře fyziky (Hrubý J.).

Na katedře VSTP se dále vyšetřuje činnost postřikovačů a sleduje se četnost a velikost kapek dopravovaných postřikovači na zavlažovanou plochu. Původně toto sledování bylo prováděno fotoelektricky, nyní je k tomuto účelu používána metoda fotografická. Tato metoda spočívá v následujícím postupu: na dně průhledné nádoby je uložen milimetrový papír, který je zalit slabou vrstvou oleje. Takto vybavená nádoba se nechá určitou dobu v místě působení zadržovače, potom se ofotografuje a snímek se vyhodnotí (Mašek 1969) (obr. 11).

Pracovníci katedry využití STP také dělali zkoušky měření na hydročističi potrubí pro Výzkumný ústav meliorací (České Budějovice). Speciální čidlo s elektrickými odporovými tenzometry bylo pro tento účel navrženo a postaveno na katedře fyziky VŠZ (Pecen J., Šír V.). Tímto čidlem byly měřeny následující fyzikální veličiny: 1. tlak čistící kapaliny, 2. krouticí moment vyvozovaný čističem, 3. osová síla vyvozovaná čističem. Vzhledem k tomu, že je třeba z výsledků měření vyloučit vliv nepříznivě působících fyzikálních veličin (proměnný tlak, proměnná teplota atd.), je konstrukce čidla poměrně složitou záležitostí.

KATEDRA OPRAVÁRENSTVÍ

Na katedře opravárenství byly vypracovány celkem tři metody diagnostického prověřování motorů motorových vozidel (Pejša 1970).

1. Bezbrzdová prověrka motorů

Při této diagnostické zkoušce se měří pouze otáčky rovnoměrně se otáčejícího nezatíženého motoru.

2. Akcelerační metoda

Tato metoda byla vypracována ve spolupráci s katedrou traktorů a s dalšími pracovišti MF (Hrubý 1968).

3. Měření s dynamometrem

Vlastní měření se skládá ze dvou fází:

- a) motor pracuje na omezený počet válců a měří se krouticí moment na hřídeli; toto se zjišťuje postupně pro všechny válce,
- b) motor vůbec nepracuje a je protáčen dynamometrem; rozdíl v krouticích momentech je potom indikovaný krouticí moment příslušných válců.

Další modifikace metody 3 (vhodná pro větší motory):

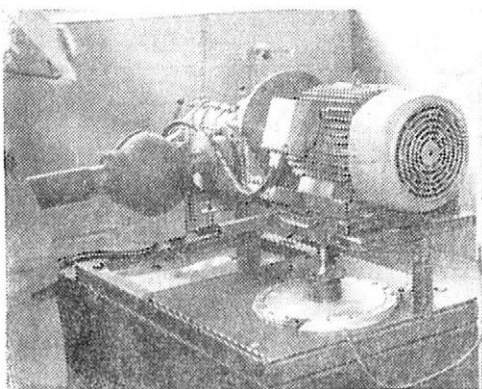
- a) motor pracuje na dva válce (ostatní jsou mimo činnost),
- b) jeden z dvojice válců se vypojí (přerušuje se dávkování paliva).

Diference v krouticím momentu na vývodové hřídeli, zjištěná dynamometrováním, je obrazem o činnosti jednotlivých válců. Pro tuto diagnostickou metodu lze vystačit se zvláště malými dynamometry. Dynamometry používané na katedře pro uvedené diagnostické účely jsou postaveny podle návrhu katedry (obr. 12).

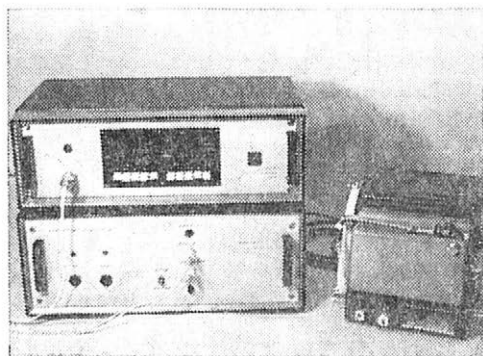
Další diagnostickou metodou vypracovanou na katedře je diagnostická metoda pro zjišťování vlastností mazacích soustav spalovacích motorů (Pejša L.). Spočívá v tom, že do dráhy oleje mezi mazací místa (ložiska) a mezi zdroj tohoto mazacího oleje se vloží regulovatelná škrtková tryska a měří se přetlak oleje před uvedenou škrtkovou tryskou a za ní. Přesnost metody nezávisí na opotřebování olejového čerpadla, na otáčkách motoru, na teplotě a viskozitě oleje.

KATEDRA TECHNOLOGIE

Na katedře technologie byly mimo jiné také zjišťovány různými metodami mechanické vlastnosti kostí hospodářských zvířat (Hrubý, Vavrejšnová 1969, 1970). Měřily se záprstní kosti předních levých nohou zvířat. Vzorky kostí byly zkoušeny různými metodami převážně na strojích pro zjišťování mechanických vlastností kovů. Byla sledována přesnost a reprodukovatelnost výsledků měření zvolenými metodami. Jako nejvhodnější způsoby měření mechanických



12. Dynamometr pro diagnostické vyšetřování motorů traktorů



13. Linka pro automatickou tabelaci naměřených okamžitých hodnot na děrnou pásku

vlastností kostí se po vyhodnocení výsledků jevila metoda měření rázové houževnatosti v ohybu vzorků kostní hmoty a měření mikrotvrdosti diamantovým jehlanem.

KATEDRA MECHANIKY A STROJNICTVÍ

Na katedře mechaniky byly vyšetřovány síly působící na pluzní těleso při jeho práci (W a n n e r J., 1968). K tomuto účelu byla používána linka skládající se z čidel osazených elektrickými odporovými tenzometry, z tenzometrické aparatury a smyčkového oscilografu.

Dále se zde pracuje na optickém transportu informací o kmitání z rotujících částí strojů do stojících souřadných systémů (S e d l á č e k 1972). Propracovávají se v této souvislosti transformace kmitů pomocí Dovelova hranolu.

Rovněž na katedře mechaniky a strojnictví se využívá k výzkumu aplikací klasického elektrického kalorimetru pro zjišťování měrných tepel a tzv. a-kalorimetru, kterým se měří teplotová vodivost. Tepelná vodivost se potom počítá ze známé závislosti

$$a = \lambda / c\rho$$

Vzhledem k tomu, že vlastnosti zemědělských materiálů jsou kromě jiného velmi ovlivněny dobou působení tepelných vlivů, je tato metoda výhodná, protože obchází obtížné metody zjišťování tepelné vodivosti stacionárními metodami, které vyžadují příliš dlouhých časů, během kterých mohou nastat změny použitého vzorku. Dosažitelná přesnost i s použitím přibližného využití vztahů pro nestacionární šíření tepla je pro praktické použití dostačující.

KATEDRA FYZIKY

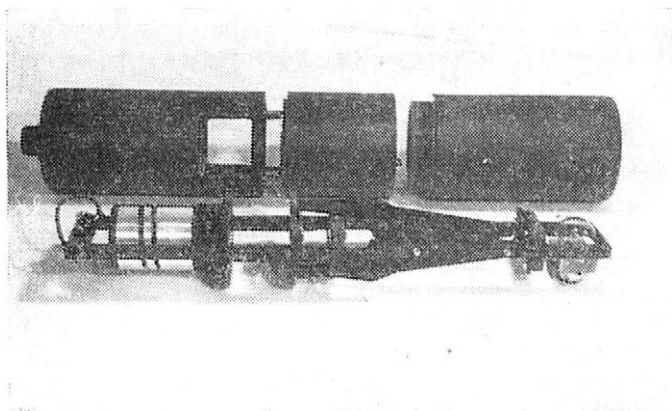
Katedra fyziky je vybavena linkou pro měření a registraci proměnných fyzikálních veličin digitální formou. Uvedená linka se skládá z a. č. převodníku NR-10, řídicí jednotky (vlastní konstrukce) a perforátoru děrné pásky (Š í r 1971) (obr. 13).

Dále je na katedře k dispozici 12 + 2kanálový měřicí magnetofon MM 140 pro registraci analogových průběhu měřených fyzikálních veličin.

Pro sledování rychle proměnných neperiodických dějů je katedra vybavena osciloskopem OC 2-21 s elektrostatickou pamětí pro sledovaný průběh.

Pracovníci katedry se zabývali analýzou kapek umělých zadržovačů (ve spolupráci s katedrou VSTP) a sledováním rozpadu vodního proudu ve vzduchu. Za tímto účelem byl vyvinut a postaven fotoelektrický analyzátor skládající se z prosvětlovací cesty a fotosnímače (Ř e z n í č e k 1963). Průběhy zclonění fotosnímače, způsobené průlety kapek nebo vodním proudem, jsou registrovány prostřednictvím osciloskopu vybaveného kamerou s plynulým posuvem filmu, popřípadě osciloskopu s elektrostatickou pamětí (obr. 14).

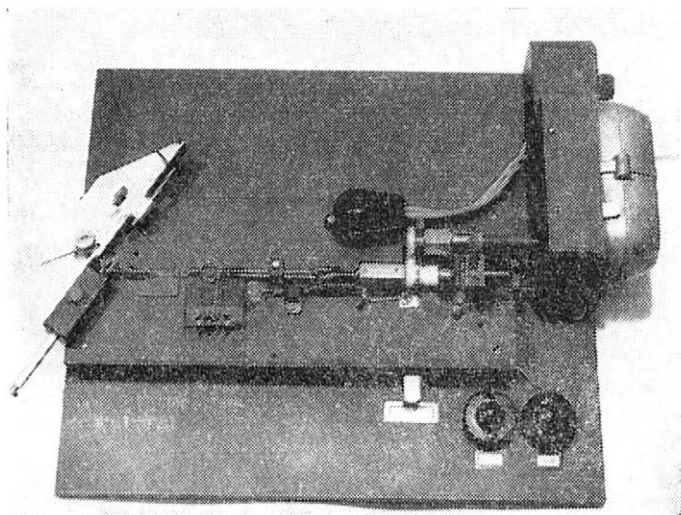
Na katedře fyziky byl navržen a vyzkoušen trhací stroj pro zvýšené deformační rychlosti (okolo 1 m/s) s příslušnou metodikou zkoušek (Ř e z n í č e k a kol. 1970a). Podstatou hnacího systému uvedeného trhacího stroje je šroub a matice. Šroub, který má obdélníkový závit poměrně malé délky, je uveden do otáčivého pohybu (po upnutí vzorku do stroje) prostřednictvím speciální mechanické spojky energetickým zdrojem s velkým momentem setrvačnosti. Proto je možné pokládat rychlost posuvu v celém rozmezí zkoušky za konstantní. Čidlo



14. Fotoelektrický analyzátor (sejmutý tubus z přístroje)

síly je vybaveno elektrickými odporovými tenzometry. Trhací diagram se zobrazí a zaregistruje pomocí vhodného osciloskopu, a to buď pomocí osciloskopu, s elektrostatickou pamětí nebo pomocí osciloskopu s jednorázovou spouštěnou časovou základnou a fotokomory. Katedra plánuje použití tohoto trhacího zařízení i pro zjišťování fyzikálních vlastností zemědělských materiálů.

Dalším unikátním zařízením postaveným na katedře fyziky jsou mikrotrhací stroje, které se převážně používají pro zjišťování velikosti vazebních sil zrn v klasu, sil potřebných k rozrušení tobolek zemědělských plodin apod. (Řezníček a kol. 1970b). Translační pohyb je odvozován od šroubu poháněného motorem se stabilizovanými otáčkami, proto lze rychlost posuvu považovat za konstantní. Čidlo síly má elektrické odporové tenzometry. Průběh síly se obvykle registruje smyčkovým oscilografem a indikuje pomaluběžným osciloskopem. Maximální hodnoty sil se indikují a registrují pomocí analogočíslíkového převodníku, před který je předřazena analogová paměť maximálních hodnot. Na stejné výstupní elektronické zařízení je napojováno i ruční mikrotrhací čidlo. K vybavení této linky patří také integrační zařízení pro rychlé zjišťování střední hodnoty z průběhu měřené fyzikální veličiny (obr. 15).



15. Mikrotrhací stroj pro zjišťování vazebních sil zrn v klasu

Na katedře fyziky se rovněž zjišťují optické fyzikální veličiny zemědělských plodin (Brož F.). Např. měření barvy se převádí na měření efektivní vlnové délky tak, že jeden údaj charakterizuje barvu místo obvyklého fotometrování barevnými filtry (např. červený, zelený, modrý). Užitím ohybové mřížky a změřením vzdáleností mezi nejintenzivnějšími částmi spektru prvního, event. vyšších řádů se zjišťuje efektivní vlnová délka odraženého nebo propuštěného světla.

Na katedře fyziky se rovněž zjišťují fyzikálně chemické vlastnosti mléka, a to konzumního (plnotučného i egalizovaného), popřípadě mléka čerstvého (získaného ze stáje Ruda, Červený Újezd, Suchdol) (Janál R.). Sledují se tyto závislosti: viskozita mléka v závislosti na teplotě, hustota mléka v závislosti na jeho teplotě a povrchové napětí rovněž v závislosti na teplotě. Měření je prováděno v teplotním rozsahu 5 až 98 °C, a to v obou směrech, tj. při narůstání teploty i při ochlazování. Dále se sledují vlivy jiných podmínek na uvedené fyzikální veličiny, jako je stáří mléka, jeho uskladnění, vliv transportu, zdravotní stav dojnice, pokročilost laktace, vliv druhu plemene, vliv vnějšího elektrického i magnetického pole, vliv tlaku atd.

Katedra fyziky spolupracuje při měřeních a výzkumu i s řadou jiných pracovišť, např. v poslední době bylo prováděno tenzometrické měření s digitální registrací pro katedru zemědělských strojů. Jednalo se o zjišťování řezných odporů různých krojidel při práci v půdě. Měření probíhalo na půdním kanálu v hale katedry zemědělských strojů.

Jiné měření bylo prováděno ve spolupráci s katedrou VSTP a s Výzkumným ústavem meliorací (České Budějovice). Jedná se o tenzometrickou elektrickou měřicí metodu, kterou se zjišťují vlastnosti drenážních čisticích strojů. Pro tento účel bylo na katedře fyziky navrženo a postaveno speciální čidlo pro současně měření přetlaku, krouticího momentu a osově síly vyvozované čističem.

Ve spolupráci s Výzkumným ústavem rud měřili a registrovali spolupracovníci katedry fyziky tahový odpor stroje na rozrývání horniny. Jednalo se o síly do 50 t. Měřilo se na lince, skládající se z dynamometru s elektrickými odporovými tenzometry (navrženého a postaveného pracovníky katedry fyziky), z tenzometrické aparatury a přímopíšícího oscilografu.

Připojené fotografie zhotovila fotolaboratoř VŠZ.

Literatura

- BŘEČKA J., 1970, Příčiny mechanického poškození brambor při sklizni a možnosti jeho snížení. *Mechanizace zemědělství* 7 : 251-253.
- FRIEDMAN M., 1968, Řezání půdy kotoučovým krojidlem. *Sborník mech. fak. VŠZ Praha* : 47-64.
- FRIEDMAN M., 1971, Řezání půdy v horizontální rovině. *Zem. technika* 2 : 117-130.
- HRUBÝ J., 1968, Měření dynamické charakteristiky vznětového motoru. *Sborník mech. fak. VŠZ Praha* : 239-246.
- HRUBÝ J., VAVREJNOVÁ D., 1969, Měření mechanických vlastností kostí hospodářských zvířat. *Výzkumná zpráva VÚ-3/9 MS. VŠZ Praha*.
- HRUBÝ J., VAVREJNOVÁ D., 1970, Metodika měření mechanických vlastností kostí. *Sborník AF VŠZ Praha XIV z. B.* : 49-59.
- KADLEC V., 1969, Výzkum proudění vzduchu v zemědělských objektech. *Výzkumná zpráva A-2-29-1/10, VŠZ Praha*.
- KADLEC V., 1970, Proudění vzduchu v klecích pro chov nosnic. *Zem. technika* 3 : 119-130.
- KŘEMENÁK V., 1972, Kandidátská práce, VŠZ Praha.
- MAŠEK V., 1969, Hodnocení postřikovačů z hlediska kinetické energie dopadajících kapek. *Sborník mech. fak. VŠZ Praha* : 115-132.

- ONDŘEJ L., 1963, Stanovení a zajištění nejvýhodnějšího časového režimu při orbě. Zem. technika 5—6 : 417-428.
- PEJŠA L., 1970, Diagnostika traktoru. Výzkumná zpráva, VŠZ Praha.
- ŘEZNÍČEK R., 1963, Fotoelektrická metoda měření vlastností kapek umělých dešťů. Sborník mech. fak. VŠZ Praha : 15-30.
- ŘEZNÍČEK R. a kol., 1970a, Plastická deformace kubických prostorově centrovaných krystalů při zvýšení deformační rychlosti. Výzkumná zpráva úkolu I-2-5/8, VŠZ Praha.
- ŘEZNÍČEK R. a kol., 1970b, Pevnost vazby zrna s klasem. Výzkumná zpráva úkolu VII-2-2/29, VŠZ Praha.
- RŮŽICKÁ M., 1969, Vliv nerovnoměrnosti dodávky paliva vstříkovacího čerpadla na základní parametry spalovacího motoru. Sci. Agric. bohemoslov. 2 : f47-f50.
- SEDLÁČEK V., 1972, Studie o použití Dovelova hranolu jako indikátoru amplitudy a fáze harmonického kmitu. Sborník mech. fak. VŠZ Praha : 105-129.
- ŠÍR V., 1971, Možnosti využití číslcových metod v zemědělské technice a výzkumu. Zem. technika 2 : 107-116.
- VELDA K., 1968, Kinematografická metoda registrace přesnosti výsevu. Zem. technika 1 : 19-28.
- VELDA K., 1968, Teoretický rozbor páskové výsevní jednotky pro přesný výsev. Zem. technika 2 : 401-414.
- WANNER J., Příspěvek k vyšetření a rozboru půdních odporů při orbě pluhu. Výzkumná zpráva P3-30-TA, mech. fak. VŠZ Praha.

Došlo dne 15. 5. 1973

ШИР В. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол, Чехословакия). Методы измерения и приспособления, применяемые на факультете механизации Сельскохозяйственного института в Праге во время исследовательских работ. Zem. technika 19 (8) : 479-492, 1973.

В статье описаны некоторые измерения, методы измерения и приспособления для измерения, применяемые во время исследований на факультете механизации Сельскохозяйственного института в Праге. Речь идет об: исследовании точных сеялок по методу скоростной кинематографии, методе измерения прочности картофеля, определении сил, необходимых для выдергивания сельскохозяйственных культур из почвы, об установлении равновесия влажности зерна определении сопротивления плужных ножей в почвенном канале, испытании тракторных двигателей и соответствующих видов горючего и смазок, приборах для измерения углов трения сельскохозяйственных материалов, определении свойств вентиляционного приспособления, изучении использования машин, обследовании опрыскивателей, измерении на гидроочистителе, о диагностической проверке двигателей, об исследовании механических свойств кости, о применении бруса Довела, об измерении удельных температур и теплопроводности, о приспособлении для автоматического табулирования моментальных величин на перфокарту, об измерительном магнитофоне, осциллооскопе с электростатической памятью, о фотоэлектрическом анализаторе, о терзильных машинах для повышенных скоростей деформации, о микротеребильных машинах для установления сил связи зерна с колосом, определении оптических свойств сельскохозяйственных материалов, об определении физическо-химических свойств молока.

методы измерения в сельскохозяйственной технике; скоростная кинематография; испытания двигателей; механические свойства материалов; тепловые свойства; оптические свойства; регистрация измерения; магнитофон

ŠÍR V. (University of Agriculture, Praha-Suchdol, Czechoslovakia). *Measuring Methods and Equipments Used by the Faculty of Mechanization of the University of Agriculture, Prague, in Research Work.* Zem. technika 19 (8) : 479-492, 1973.

The paper describes some measurements, measuring methods and measuring equipments used by the Faculty of Mechanization of the Prague University of Agriculture in its research work. These are: examination of precision-drills by the speed cinematography method, method for the measurement of potato strength, determination of the force required to pull farm crops from soil, determination of the balanced moisture content of grains, determination of the soil coulter resistance in the soil channel, testing of tractor engines and the fuels and lubricants, apparatuses for the measurement of the friction angles of farm materials, de-

termination of the properties of ventilating equipments, examination of the utilization of farm machines, sprayer testing, hydro-cleaner measurements, diagnostic motor checking, examination of the mechanical properties of bones, the use of Dovel's prism, measurement of specific heats and heat conduction, apparatus for the automatic table-recording of momentary values (on punched tape), measuring tape recorder, oscilloscope with electrostatic memory, photoelectric analyzer, tearing machine for increased deforming speeds, micro-tearing machine for the determination of the constraint forces in the ear, determination of the optical properties of farm materials, determination of the physical and chemical characteristics of milk.

measuring methods in farm technology; speed cinematography; engine testing; mechanical properties of materials; thermal characteristics; optical characteristics; recording of measurement; measuring tape recorder

ŠÍR V. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha - Suchdol, Tschechoslowakei). *Meßmethoden und -anlagen, die an der Mechanisierungsfakultät der Landwirtschaftlichen Hochschule in Prag während der Forschungsarbeit angewandt werden*. Zem. technika 19 (8) : 479-492, 1973.

Im Aufsätze werden einige Meßvorgänge, Meßmethoden und -einrichtungen beschrieben, die während der Forschung an der Mechanisierungsfakultät der Landwirtschaftlichen Universität in Prag angewandt werden. Es handelt sich um die Untersuchung der Einzelkornsämaschinen mit dem Verfahren der Geschwindigkeitskinematographie, Methode der Messung der Kartoffelfestigkeit, Ermittlung der für das Herausziehen der landwirtschaftlichen Früchte aus dem Boden erforderlichen Kräfte, Ermittlung der Gleichgewichtsfeuchtigkeit von Getreide, Ermittlung des Bodensechswiderstandes in der Bodenrinne, Prüfungen von Schleppermotoren und entsprechenden Kraft- und Schmierstoffen, Geräte für die Messung der Reibungswinkel von landwirtschaftlichen Gütern, Ermittlung der Eigenschaften von Belüftungsanlagen, Untersuchung über die Maschinennutzung, Untersuchung der Spritzgeräte, Messung am Hydoreiniger, diagnostische Motorkontrollen, Untersuchung der mechanischen Knocheneigenschaften, Einsatz des Dovel'schen Prismas, Messungen von spezifischen Wärmen und Wärmeleitfähigkeit, Gerät für die automatische Tabellierung der Momentanwerte am Lochstreifen, Meßtonbandgerät, Oszilloskop mit elektrostatischer Speicherung, photoelektrischer Analysator, Zugprüfmaschine für erhöhte Verformungsgeschwindigkeiten, Mikro-Zerreißmaschine zur Ermittlung der Korn-Ähre-Bindungskräfte, Ermittlung der optischen Eigenschaften von landwirtschaftlichen Gütern, Ermittlung der physikalisch-chemischen Milcheigenschaften.

Meßmethoden in der Landtechnik; Geschwindigkeitskinematographie; Motorprüfungen; mechanische Werkstoffeigenschaften; Wärmeeigenschaften; optische Eigenschaften; Messungsaufnahme; Meßtonbandgerät

ŠÍR V. (Haute école d'agriculture, Praha - Suchdol, Tchécoslovaquie). *Méthodes et dispositifs de mesure utilisés pour les travaux de recherche à la faculté de mécanisation de la Haute école d'agriculture à Prague*. Zem. technika 19 (8) : 479-492, 1973.

Dans l'article on donne la description de certaines mesures, des méthodes et dispositifs de mesures utilisés pour la recherche à la faculté mécanisation de la Haute école d'agriculture à Prague. Cette description porte surtout sur: l'examen des semoirs de précision en appliquant la méthode de cinématographie de vitesse, la méthode de mesure de la fermeté des pommes de terre, l'identification des forces nécessaires à l'arrachage des plantes agricoles du sol, l'identification de l'humidité équilibrée des céréales, l'identification de la résistance des coutres dans le canal de sol, les essais relatifs aux moteurs de tracteur et aux carburants et lubrifiants respectifs, les machines destinées à la mesure des angles de frottement des matériaux agricoles, l'identification des propriétés des dispositifs de ventilation, la recherche de l'exploitation des machines, l'examen des pulvérisateurs, les mesures à l'aide d'un nettoyeur hydrique, les vérifications diagnostiques des moteurs, l'examen des propriétés mécaniques des os, l'emploi du prisme de Dovel, la mesure des températures spécifiques et de la conductibilité calorifique, l'appareil pour la transmission automatique des valeurs instantanées à la bande perforée, le magnétophone

de mesure, l'ondoscope à mémoire électrostatique, l' analyseur photoélectrique, la machine arracheuse pour les vitesses de déformation accrues, la micro-machine arracheuse pour l'identification des forces de liaison des grains dans l'épi, l'identification des propriétés optiques des matériaux agricoles, l'identification des propriétés physico-chimiques du lait.

méthode de mesure dans la technique agricole; cinématographie ultra-rapide; épreuves des moteurs; propriétés mécaniques des matériaux; propriétés thermiques; propriétés optiques; enregistrement des mesures; magnétophone de mesure

Adresa autora:

Ing. Věroslav Šír, CSc., Vysoká škola zemědělská, katedra fyziky, 160 21 Praha 6-Suchbát

MĚŘICÍ METODY Z OBLASTI STROJŮ POUŽÍVANÝCH V HORSKÝCH A PODHORSKÝCH OBLASTECH

J. Karásek

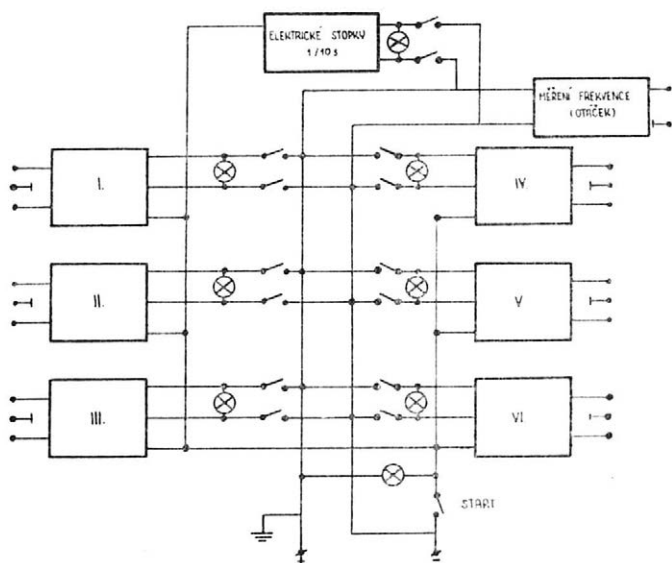
Vysoká škola zemědělská, České Budějovice

KARÁSEK J. *Měřicí metody z oblasti strojů používaných v horských a podhorských oblastech.* Zem. technika 19 (8) : 493-501, 1973.

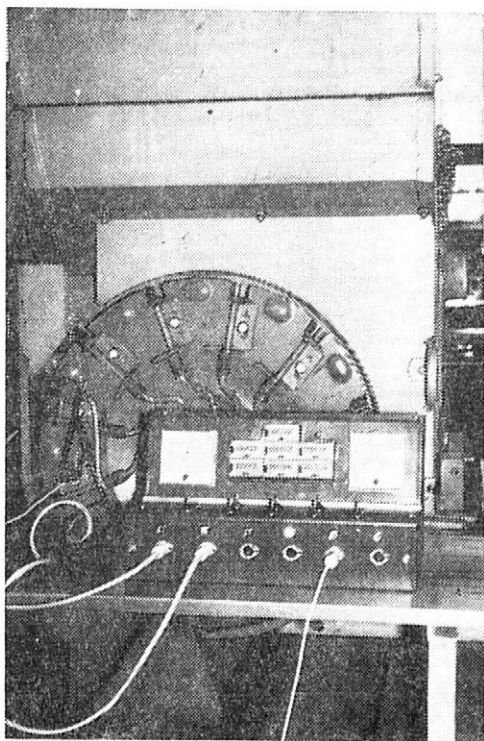
Autor podává přehled měřicích metod a zařízení, používaných provozně ekonomickou fakultou VŠZ při výzkumné činnosti. Zabývá se měřením sil působících na tříbodový závěs, měřením úhlu bočení traktoru na svahu, měřením počtu otáček pojezdových kol traktorů, stanovením nabírací účinnosti sazečů brambor, měřením letu a dopadu hlíz, stanovením tlakových poměrů u strukových násadů dojíčích strojů a měřením fyzikálních veličin při dosoušení píce ve věžovém seníku. Dále je pojednáno o přístrojovém vybavení a o použití přístrojů při jednotlivých měřeních.

měření mechanických veličin; měření ve věžovém seníku

Umístění provozně ekonomické fakulty VŠZ Praha v Jihočeském kraji určuje i zaměření výzkumné práce pracovníků katedry zemědělské techniky. Řeší se zde výzkumné úkoly z oblasti traktorů, sazečů brambor, strojů pro zpracování půdy — z hlediska jejich použitelnosti zejména v horských a podhorských oblastech, dále z oblasti dojíčích techniky, sušení zemědělských materiálů, staveb pro živočišnou výrobu v horských a podhorských oblastech a struktury osídlení jihočeského pohraničí.



1. Blokové schéma počítáče impulsů



2. Počítač impulsů, použitý při laboratorním měření na sazeči brambor

Z nákladnějších komerčních zařízení měřicí techniky je na katedře k dispozici: smyčkový oscilograf H 105, sada zesilovačů TDA 3, klimatizační skříň Feutron, filmová kamera AK 16, sada registračních a ukazovacích dynamometrů a běžné měřicí přístroje pro slaboproudou elektrotechniku (osciloskopy, oscilátory, můstky, voltmetry apod.).

Sami jsme si na katedře zhotovili počítač impulsů, který se nám osvědčil zejména při měření na traktorech a sazečích brambor. Blokové schéma tohoto přístroje je na obr. 1. I až VI jsou samostatné tranzistorové zesilovače, jejichž koncový stupeň ovládá počítací relé Mikrotechna IP 4. Počítadla dodává výrobce pro napětí 24 V, byla však převinuta na 12 V, aby bylo možné jednoduše je napájet ze sítě motorových vozidel. Po převinutí jsou počítadla schopná počítat až 80 impulsů za vteřinu, provozně spolehlivě 50 impulsů za vteřinu. Vstupní část zesilovačů může zpracovávat impulsy jednak z indukční cívky, jednak z fotonky (používáme křemíkovou fotonku 1PP75). Celý zesilovač obsahuje pět tranzisto-

rů — první dva pracují jako zesilovač vstupního napětí s velkým provozním ziskem a tvarováním obecného impulsu na obdélníkový, třetí tranzistor pracuje jako budicí tranzistor koncového stupně, poslední dva pracují v Darlingtonově zapojení a jejich pracovním odporem je cívka počítacího relé.

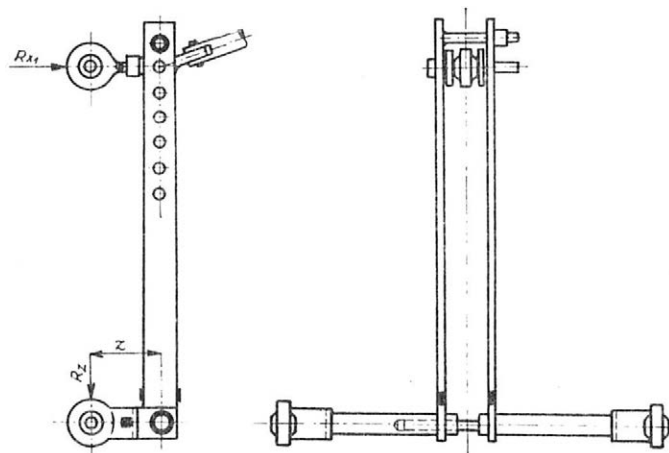
Zároveň s uvedením těchto počítačů do provozu jsou zapnuty i elektrické stopky, jejichž počítací relé zaznamenává desetiny vteřiny. Kromě toho je zařízení doplněno kmitočtoměrem, který je nejčastěji používán jako otáčkoměr, jehož čidlem je fotonka. Celkový pohled na počítač je na obr. 2, kde je použit při měření na sazeči brambor.

MĚŘENÍ SIL PŮSOBÍCÍCH Z NÁŘADÍ NA TRÍBODOVÝ ZÁVĚS HYDRAULICKÉHO ZAŘÍZENÍ TRAKTORU

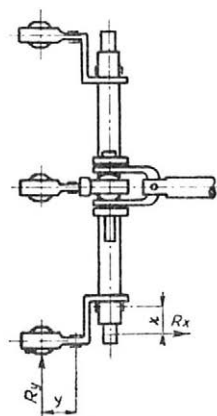
Při řešení problému polohy traktoru při jízdě po vrstevnici na svahu bylo nutné zjistit vliv sil neseného nářadí na traktor. K tomu bylo použito měřicí vložky, která se vkládala do tříbodového závěsu hydraulického zařízení a neovlivňovala polohu nářadí (obr. 3). Vložka umožňovala zjistit jak síly působící v podélné ose traktoru, tak i ve směrech kolmých na tuto osu, a to v obou tažných i ve vzpěrném táhlu. Vložka byla provedena tak, aby v místech snímání deformace pomocí tenzometrů byla namáhána ohybem (kromě horního táhla) — (obr. 4). Změny elektrického proudu z můstků vytvořených tenzometry byly zesíleny zesilovači TDA-3 a odečítány na čtyřech miliampérmetrech. Tyto mili-

ampérmetry byly voleny s měřicím rozsahem 5 mA, 12Ω a stupnice měla nulu uprostřed, takže se daly odečítat kladné i záporné hodnoty. Tenzometry byly zapojeny v můstku tak, aby se síly působící ve stejném smyslu sečítaly (při měření $R_z \approx 0$). Použití smyčkového oscilografu nebylo možné, neboť traktory byly zkoušeny na velkých svazích v těžko přístupném terénu.

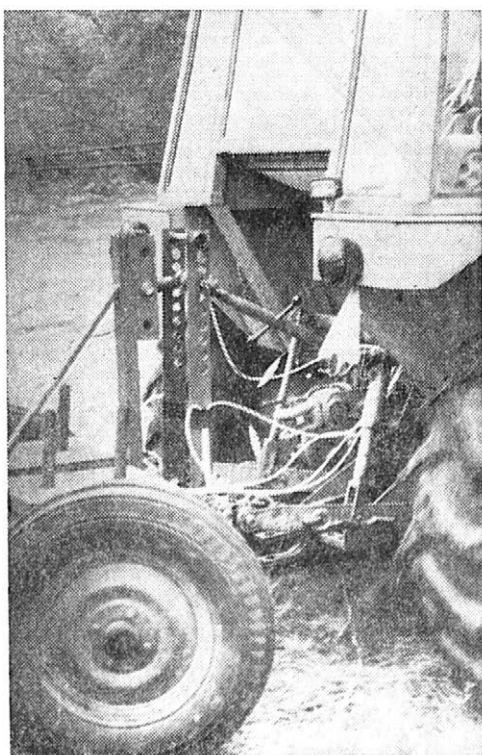
Měřicí zařízení bylo před použitím ocejchováno registračním dynamometrem a kladkostrojem. Z naměřených hodnot byl sestaven graf, ve kterém bylo možné odečítat síly podle hodnot zjištěných na miliampérmetrech. Během měření hlásil



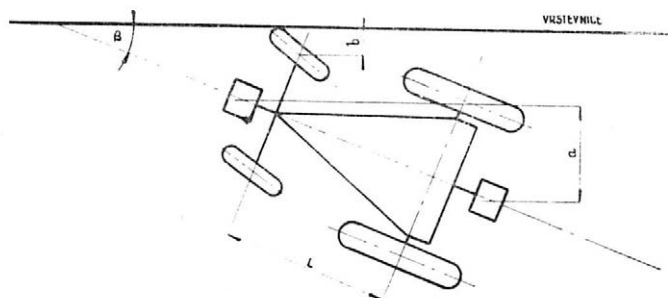
3. Měřicí vložka pro měření sil působících na tříbodový závěs traktoru



4. Použití měřicí vložky při měření sjíždění traktoru na svahu



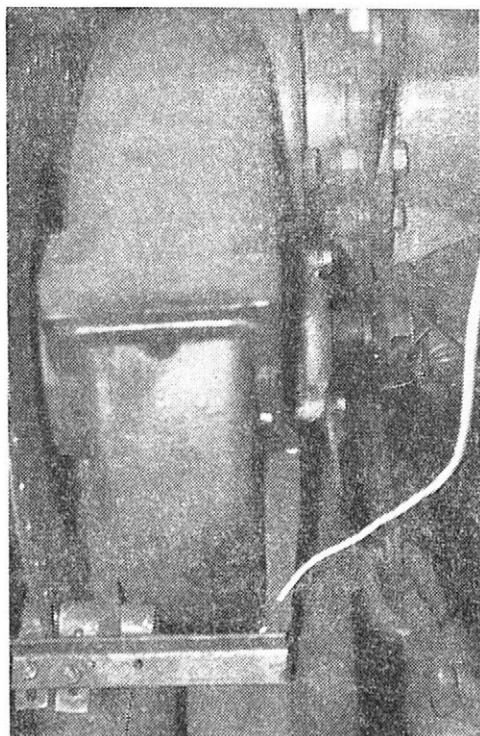
pozorovatel údaje měřidel, umístěných v kabině traktoru, vysílačkou na stanoviště zapisovatele, a to během jízdy na třicetimetrové trati z každého přístroje třikrát. Jako zdroje proudu byla použita 12V baterie traktoru. Uvedené zařízení pracovalo podle výsledků přecejchování s přesností 10 kp v rozsahu měřených sil do 500 kp. Větší síly by vyžadovaly zesílení čidel namáhaných na ohyb. Kontrola nulování na zařízení je nutná asi po jedné hodině provozu.



5. Měření úhlu bočení traktoru na svahu

MĚŘENÍ ÚHLU BOČENÍ TRAKTORU NA SVAHU

Pro stanovení úhlu bočení (úhel β na obr. 5) bylo vyzkoušeno několik metod:



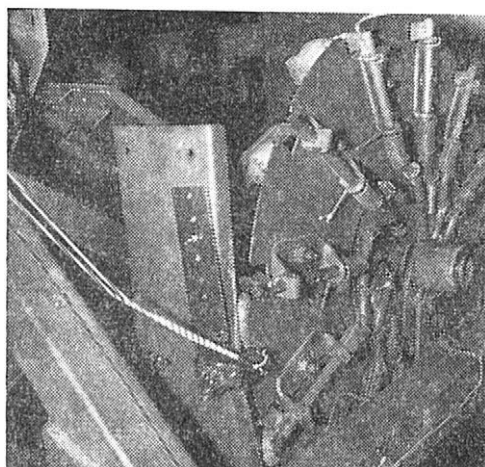
6. Umístění indukčních snímačů a děrovaných kotoučů při měření otáček kol traktoru

- a) Snímání kamerou se širokoúhlým objektivem, umístěnou pevně na rámu traktoru. Tato kamera snímala na filmový pás vzdálenost předního a zadního pojezdového kola od vyznačeného směru na podložce. Při této metodě bylo vyhodnocování obtížné.
- b) Filmování polohy traktoru v měřicím úseku z pevného místa před měřicí trati. Tato metoda má nevýhody stejné jako metoda předcházející, navíc přibývá vliv různé vzdálenosti od kamery.
- c) Další metoda spočívá ve značení dráhy dvou bodů u traktoru a aspoň jednoho bodu u zemědělského stroje na povrchu podložky. Bylo použito speciálních rydel, která zajišťovala výraznou stopu, což je předpoklad přesného měření. Nevýhodou však jednoduchý způsob pevného přichycení rydel k traktoru, nebo jejich časově náročné vysouvání ze speciálního držáku na počátku a na konci měřicí trati. Poloha byla vyhodnocována s přesností 0,5 až 1 cm (rozměr a na obr. 5).
- d) K vyznačení stop jízdy traktoru by-

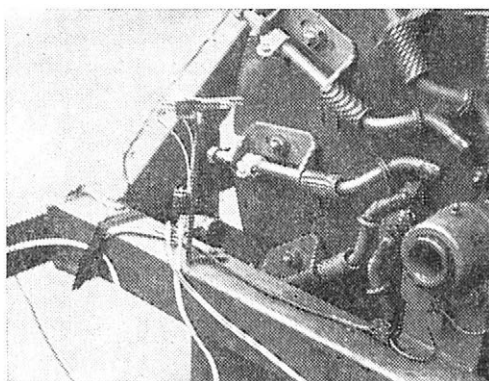
la použita sypátka zhotovená ze značkových vozíků pro sportovní hřiště. Připojení těchto sypátek umožňovalo vertikální pohyb vzhledem k traktorům nebo strojům, což zajišťovalo přizpůsobování nerovnostem terénu. Šířka značícího pásu i množství sypané hmoty, nejčastěji hnojiva, byla stavitelná. Přesnost měření polohy byla zajištěna vysunutím sypátek před přední a za zadní osu traktoru. Tato metoda se nejlépe osvědčila, neboť je časově nenáročná a jednoduchá, nedá se však použít v každém terénu a vyžaduje okamžité odečítání naměřené hodnoty, neboť nasypaný proužek se snadno poruší.

MĚŘENÍ POČTU OTÁČEK POJEZDOVÝCH KOL TRAKTORU PRO STANOVENÍ PROKLUZU

Prokluz kol traktorů při jízdě na svahu je třeba stanovit velmi přesně. Proto bylo navrženo a zhotoveno zařízení, které je schopno registrovat až 45 impulsů během jedné otáčky zadního kola a až 30 impulsů během otáčky předního kola (obr. 6). Velikost nezaregistrované největší dráhy se pohybuje kolem sedmi centimetrů. Zařízení se skládá z indukčních snímačů a feritových magnetů, mezi kterými se pohybuje ocelový plechový kotouč s uvedeným počtem otvorů. Impulsy indukčních snímačů jsou zesíleny a zaregistrovány počítači dříve popsány.



7. Počítání sázečích ústrojí feritovými magnety a indukčním snímačem



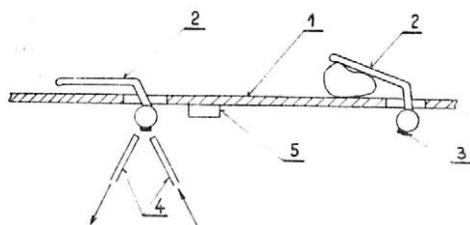
8. Počítání nenabraných hlíz spínačem

NABÍRACÍ ÚČINNOST SAZEČŮ BRAMBOR

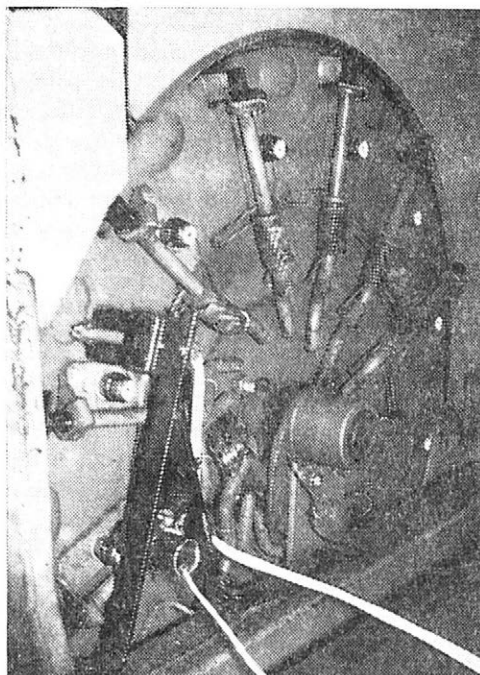
Ke stanovení nabírací účinnosti je třeba znát celkový počet sázečích ústrojí prošlých naběracím prostorem během měření a počet ústrojí, která hlízu ne-nabrala.

Pro zjištění celkového počtu sázečích ústrojí bylo použito čidel pracujících na principu:

- magnetů nalepených na přidržovačích a indukční cívky připevněné na rámu (obr. 7),
- počítače zdvihů,



9. Schéma funkce fotoelektrického počítání nenabraných hlíz: 1 — sázecí kotouč, 2 — přidržovač hlíz, 3 — proužek hliníkové fólie, 4 — snímací fotoelektrická hlava BP 3620, 5 — magnet pro počítání celkového počtu sázecích ústrojí

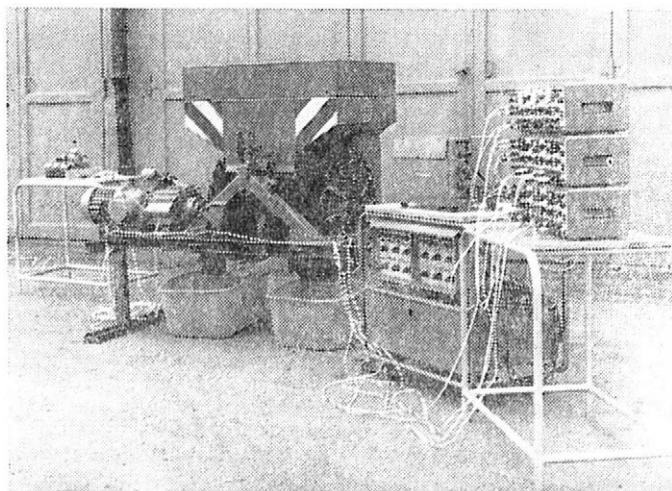


10. Pohled na snímače při měření celkového počtu sázecích ústrojí a počtu nenabraných hlíz

c) fotonky umístěné vně sázecího kotouče a registrující výřezy v kotouči (každé sázecí ústrojí má výřez již z výroby); na druhé straně kotouče bylo umělé osvětlení.

Počet nenabraných hlíz (zavřené sázecí ústrojí) byl zjišťován následujícími metodami:

- mechanickým přerušovačem proudového okruhu, který reagoval na změněnou polohu tyče přidržovače (obr. 8),
- ocelovým pružným páskem s tenzometrem, reagujícím na změněnou polohu tyče přidržovače,



11. Celkové uspořádání měřicí techniky při laboratorním měření na sázecích brambor (v pozadí počítače v dřívějším provedení)

c) na osu přidržovače byl nalepen úzký proužek samolepící hliníkové fólie a jeho poloha byla snímána fotoelektrickým snímačem Tesla BP 3620. Při pootočení tyče přidržovače odraz světla nenastal a počítač neregistroval (obr. 9 a 10).

U prvních dvou metod byla však překážka v tom, že výchylku páky připevněné na ose přidržovače nebylo možné zvětšit její délkou, neboť vadil rám stroje.

Impulsy popsaných čidel byly registrovány jak počítačem, tak i oscilografem. V prvním případě bylo možné rychle vyhodnotit celé měření, druhý způsob umožnil i vyhodnocení dvou nebo více za sebou následujících vynechávek (obr. 11).

LET A DOPAD HLÍZ

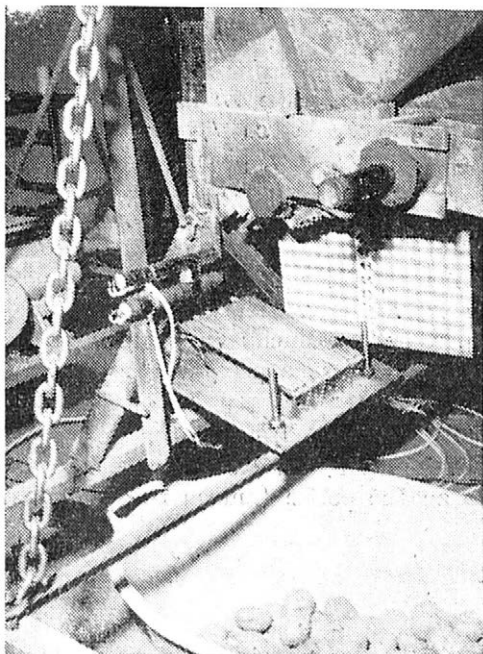
Požadavek byl zjistit místo výpadu hlíz ze sázecího ústrojí a místo dopadu hlíz na povrch pole, eventuálně i tvar dráhy letu.

a) Všechny uvedené požadavky byly zjišťovány najednou filmovou kamerou AK-16 s frekvencí 48 obrázků za vteřinu. Vyhodnocovali jsme na speciální promítače. Metoda se osvědčila, ale právě vyhodnocování, které vyžadovalo delší časové údobí (vyvolání filmu), nám činilo potíže.

b) Místo výpadu hlíz bylo také registrováno na oscilografu pomocí elektrického kontaktu zabudovaného do vodící dráhy patky přidržovače. Jiné smyčky tohoto oscilografu zapisovaly dopad hlíz. Časová základna umožňovala stanovit čas letu hlíz s přesností 0,2 nebo 0,02 vteřiny.

c) Okamžitá rychlost hlíz pod místem výpadu byla zjišťována fotonkami umístěnými v tubusech ve vzdálenosti 35 mm od sebe. Registrovali jsme opět přes zesilovač na oscilografu (obr. 12).

Uvedená měření umožnila stanovit časový interval mezi hlízami při jejich letu i při dopadu jak na vodorovné rovině, tak na svahu, a podélný i příčný rozptyl dopadu hlíz. Měřili jsme při různých obvodové rychlosti sázecího kotouče a při různé velikosti sadby.



12. Měření rychlosti letu hlíz a místa jejich dopadu

MÍSTO NABÍRÁNÍ HLÍZ DO SÁZECÍHO ÚSTROJÍ V NABÍRACÍM PROSTORU

Toto místo bylo zjišťováno registrací tlaku hlíz na přidržovač sázecího ústrojí. Na přidržovač byla připevněna malá pružná destička s tenzometrem. Přívody byly vedeny přes kroužkový snímač. Poloha kotouče byla registrována magnety a cívkou — jeden magnet byl vynechán a na oscilografickém záznamu se tedy objevila

vždy série sedmi impulsů a jedna vynechávka (sázecí kotouč měl osm sázecích ústrojí). Nevýhodou bylo, že kroužkový snímač umožnil sledovat pouze dva přídržovače.

MĚŘENÍ TLAKOVÝCH POMĚRŮ V PODTRUSKOVÉ A MEZISTĚNNÉ KOMOŘE STRUKOVÝCH NÁSADCŮ DOJICÍCH STROJŮ

Tento úkol byl řešen filmováním kamerou s frekvencí 24 obrázky za vteřinu. Na podstrukovou i mezistěnnou komoru byly připojeny vakuometry, jejichž stupnice byly v zorném poli komery. Záznam byl vyhodnocen na filmové prohlížečce a do tabulek a grafů byly zaznamenány nejen údaje vakuometrů, ale také časové údaje o době sání a stisku i o době přechodu.

Podobně byly sledovány i pohyby strukové gummy na strukovém násadci zhotoveném ze skla, takže deformace gummy byla na filmovém záznamu dobře patrna.

MĚŘENÍ TLAKOVÝCH NÁSADCŮ DOJICÍCH STROJŮ VE VĚŽOVÉM SENÍKU

Měření byla prováděna na bezobalovém věžovém seníku o vnějším průměru 9 m a o výšce cca 7,5 m. Při plnění byly na předem stanovených místech uloženy termistory, platínové teploměry spojené s registračním zařízením a sondy pro odběr vzduchu za účelem měření jeho vlhkosti a tlaku. Radiální dosoušecí ventilátor byl poháněn vývodovou hřídelí traktoru, což umožňovalo změnu otáček, a tím i změnu tlaku a množství vzduchu ve velmi širokém rozmezí. Měřicí zařízení umožnilo stanovit hydraulický odpor vrstvy sena, rozdělení statických tlaků ve vrstvě dosoušeného materiálu, rychlost vysychání v různých místech seníku i parametry vzduchu vystupujícího z vrstvy sena. Kromě toho byla a bude zkoumána jakost sena při plnění a při vyprazdňování seníku.

Na závěr lze říci, že se osvědčily metody dávající ihned či v krátké době výsledky, takže lze v terénu poznat, zda měření byla úspěšná, či zda je nutné některá opakovat. Dodatečně opakovaná měření po delší době narážejí mnohdy na značné potíže (změna počasí, porostu apod.).

Došlo dne 12. 4. 1973

KARASEK J. (Selskohozyajstvennyj institut, Česká Budejovice, Čechoslovakia). *Некоторые методы измерения, применяемые на кафедре сельскохозяйственной техники производственно-экономического факультета в Ческэ Будейовице. Zem. technika* 19 (8): 493-501, 1973.

В статье дается обзор методов измерения и приспособлений, применяемых производственно-экономическим факультетом СИ для научно-исследовательской деятельности. Обзор посвящен измерению сил, действующих на трехточечную подвеску, измерению угла бокового отклонения трактора на склоне, измерению количества оборотов ведущих колес трактора, определению набирающей эффективности картофелесажалок, измерению полета и падения клубней, определению отношений давления у сосковых наконечников доильных машин и измерению физических величин во время сушки кормовых трав в сенной башне. Далее, статья посвящена приборам и применению приборов для отдельных измерений.

измерение механических величин; измерение сенной башни

KARÁSEK J. (University of Agriculture, České Budějovice, Czechoslovakia). - *Some Measuring Methods Used by the Department of Farm Engineering of the Faculty of Economics and Management in České Budějovice*. Zem. technika 19 (8) : 493-501, 1973.

The paper gives a survey of the measuring methods and equipment used by the Faculty of Economics and Management of the University of Agriculture in its research activities. The following measurements are performed for research purposes: measurement of the forces affecting the three-point hitch, measurement of the tractor side-slipping angle on slopes, measurement of the number of revolutions in the travelling wheels of tractors, determination of the gathering effectiveness of potato planters, measurement of potato tuber flight and incidence, determination of the pressure conditions in teat cups in milking machines and the measurement of the physical values in hay-tower drying of forage. In addition, the paper deals with the apparatuses and equipments and with the use of these devices during measurements.

measurement of mechanical values; measurement in hay tower

KARÁSEK J. (Landwirtschaftliche Hochschule, České Budějovice, Tschechoslowakei). *Einige Meßmethoden, die am Lehrstuhl der Landtechnik der betriebswirtschaftlichen Fakultät in České Budějovice angewandt werden*. Zem. technika 19 (8) : 493-501, 1973.

Es wird ein Überblick der Meßmethoden und -anlagen gegeben, die von der betriebswirtschaftlichen Fakultät der Landwirtschaftlichen Universität während der Forschungstätigkeit angewandt werden. Erörtert wird die Messung der auf den Dreipunktbau einwirkenden Kräfte, Messung des Schiebewinkels des Schleppers am Hange, Messung der Drehzahl von Schlepperlaufrädern, Festlegung des Schöpfungswirkungsgrades von Kartoffellegemaschinen, Messung des Knollenfluges und -einfallens, Bestimmung der Druckverhältnisse bei den Zitzenbechern von Melkmaschinen und Messung der physikalischen Größen bei der Grünfutterschnelltrocknung im Heuturm. Ferner wird die Ausstattung mit Geräten und der Geräteeinsatz bei einzelnen Meßvorgängen behandelt.

Messung von mechanischen Größen; Messung des Heuturmes

Adresa autora:

Ing. Jan Karásek, Vysoká škola zemědělská, provozně ekonomická fakulta, 370 05 České Budějovice — Čtyři dvory

**Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
na úseku zemědělská technika**

KULISIEWICZ J., SUCHODOLSKA-RYTEL E. E 30.291/28
Racjonalne metody zadawania pasz stosowane w chowie trzody chlewnej. Warszawa, Centralna biblioteka rolnicza 1970. 39-VIII s. 11 obr. 7 tab. (Krmivářské stroje — prase — studijní zprávy)

KOOMANS P., MERTENS J. A. M. C 12.972/41
Het metsen vor verken in hokken met een gezamenlijke dvaregvorlaats-tre trog in vergelijken met het metsen in een dans hok. Wageningen, ILB 1971. 4 s. 4 obr. 2 tab. Mededeling No. 41. (Krmítka — prase — umístění — výzkum)

SKARP S. U. C 10.542/338
Säkraste flytgödselhantering. Gödselanläggningens utformning och skötsel. Uppsala, Jordbruksteniska inst. 1971. 54 s. 37 obr. Meddelande nr. 338. (Stájové klima — měření — zařízení — výzkum / Chlévská mrva — te-
kutá — odkliz — mechanizace — výzkum — Švédsko)

C 2.995/206
Farm animal — waste management. Ames (Iowa), Agric. and home economics exper. station 1971. 44 s. 34 tab. Special report 67, North central regional publications 206. (Chlévská mrva — manipulace)

D 50.847/2082
Vilken effekt har traktorn? Uppsala, Statens maskinprovningar 1971. 4 s. Meddelande 2082. (Traktory — výkonnost — srovnávání — Švédsko — zprávy)

C 18.110/50
Quick way to compare 1970 tractor models. B. m. n. 1970. 2 s. 2 tab. (Traktory — srovnávání — metody — Kanada)

C 18.110/39
Nebraska tests Diesel tractors. Winnipeg, United grain growers 1970. 2 s. obr. (Dieselovy traktory — kolové — zkoušení — USA — zprávy)

KRIVENKO P. M., FEDOSOV I. M. D 58.984
Dizelnaja toplivnaja apparatura. Moskva, Kolos 1970. 535 s. 361 obr. (Spalovací motory — naftové — konstrukce / Spalovací motory — naftové — opravy — příručky)

C 18.110/47
Trade tractor or repair it? B. m. n. 1970. 2 s. 4 obr. 1 tab. Engineering notes. Agric. engineering. (Traktory — údržba a opravy — ekonomické otázky — letáky)

K. Brzkovský

České vysoké učení technické, fakulta strojní, Praha

BRZKOVSKÝ K. *Měření a měřicí metody v zemědělské technice*. Zem. technika 19 (8) : 503-512, 1973.

Článek pojednává o měřicích metodách používaných při výuce a vědecko-výzkumné činnosti na katedře zemědělských strojů fakulty strojní Českého vysokého učení technického. Metody měření jsou rozděleny do čtyř skupin: 1. Zjišťování funkčních charakteristik zemědělských strojů a jejich pracovních ústrojí. 2. Měření na zemědělských strojích v uměle vytvořených pracovních podmínkách. 3. Aplikace rychlostní kinematografie při sledování pracovních pochodů. 4. Aplikace tenzometrických měření při zjišťování fyzikálních veličin na modelech a pokusných stolicích či na konkrétních strojích. Pro každou skupinu jsou uvedeny příklady měření a sestavení měřicího zařízení je ukázáno na obrazové dokumentaci.

měřicí technika; funkční modely zemědělských strojů; rychlostní kinematografie; tenzometrie

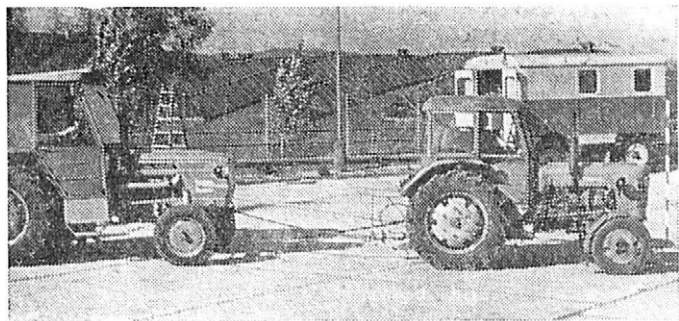
Na katedře zemědělských strojů fakulty strojní ČVUT v Praze je otázkám měření a měřicím metodám věnována značná pozornost jak při výuce, tak i při vědecko-výzkumné činnosti.

Zkoušení zemědělského stroje či nářadí je vlastně komplex měření, kterým se zjišťují základní technické parametry, jejichž vzájemná souvislost charakterizuje vlastnosti zkoušeného mechanizačního prostředku jako celku. Tato měření jsou velmi pracná, časově náročná v přípravě, vlastním měření i zpracováváním výsledků. Proto hlavní význam „výukových měření“ spočívá v náznaku metod umožňujících zjišťování nejvhodnějších pracovních podmínek zpravidla jen jednotlivým ústrojím zemědělského stroje, při kterých by bylo dosaženo optimálních hodnot určované veličiny.

Jiných měřicích postupů je na katedře využíváno při vědecko-výzkumné činnosti, kdy je při měření zapotřebí získat dostatečné množství zpracovatelných výsledků vhodných buď k teoretickým či funkčním rozborům, event. k stanovování závislostí zkoumaných jevů, vyskytujících se u zemědělských strojů a nářadí.

Na naší katedře uplatňované metody měření vyplynou z několika příkladů, rozdělených podle svého významu do čtyř skupin, a to:

1. zjišťování (měření) funkčních charakteristik zemědělských strojů a jejich pracovních ústrojí;
2. měření na zemědělských strojích v uměle vytvořených pracovních podmínkách;
3. aplikace rychlostní kinematografie při sledování pracovních pochodů;
4. aplikace tenzometrických měření při zjišťování fyzikálních veličin na modelech a pokusných stolicích či na konkrétních strojích.

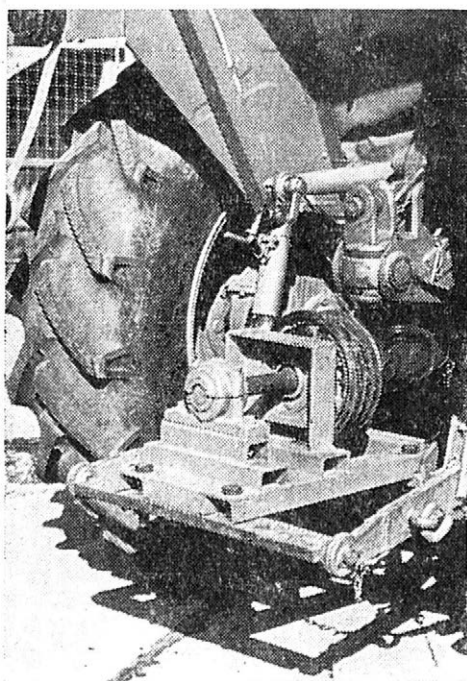


1. Celkový pohled na traktory při určování tahové charakteristiky

ZJIŠŤOVÁNÍ (MĚŘENÍ) FUNKČNÍCH CHARAKTERISTIK ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ A JEJICH PRACOVNÍCH ÚSTROJÍ

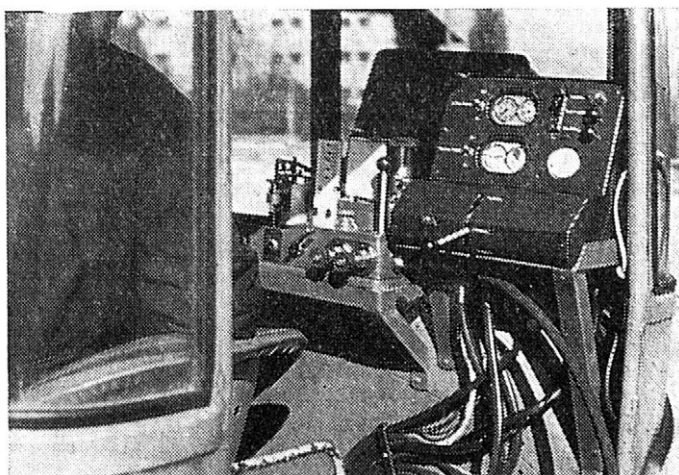
Typický příklad měření funkčních charakteristik je zjišťování tahové charakteristiky traktoru na libovolném povrchu vozovky (obr. 1). Jak z vyobrazení vyplývá, je měřený traktor zatěžován jiným traktorem, jehož zatěžovací účinek je vyvozen čelistovou brzdou umístěnou na vývodovém hřídeli (obr. 2). Pro nastavování zatěžovacího účinku je využito samostatného hydraulického systému, jehož tlak je plynule nastavitelný ručním kolečkem hydraulického válce. Vzájemnou závislost tahové síly a ostatních měřených veličin zajišťuje na katedře zhotovené zařízení, které umožňuje současně zapnout a vypnout všechny měřicí i registrační přístroje jednou páčkou (obr. 3).

Jiný příklad je z oblasti plošných postřikovačů, určených k ochraně rostlin, event. ke kapalnému hnojení. Při měření se stanovuje jednak charakteristika



2. Čelistová brzda zatěžujícího traktoru, napojená na vývodový hřídel

3. Pohled na měřicí zařízení ovládané jednou páčkou



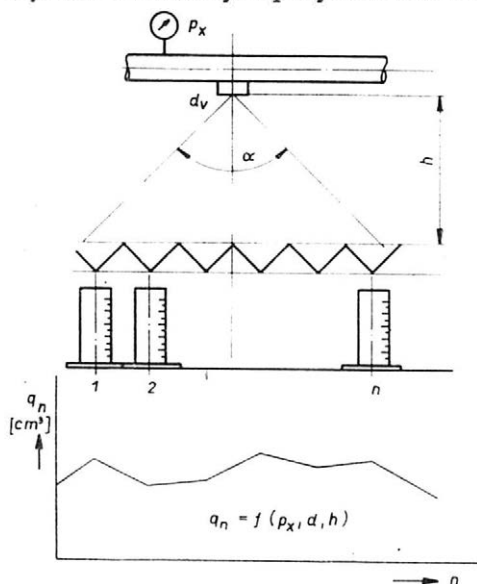
rozptylovače — trysky, jednak rozptylový obrazec postřikového rámu. Pro toto měření byl zhotoven měřicí stůl s odměrnými nádobami (obr. 4). Poněvadž rozptyl trysky určitého druhu kapaliny je funkcí tlaku, typu a průměru trysky a výšky trysky nad povrchem měřicího stolu

$$q_n = f(p_x, d_v, h)$$

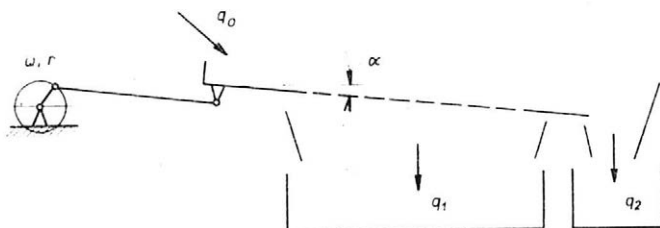
dělá se pro danou trysku řada měření, vyčerpávající škálu možností nastavených pracovních režimů. Z odečteného množství kapaliny v odměrných nádobách za určitou dobu se za použití statistických metod stanovují optimální pracovní podmínky stroje.

U čistících strojů a zařízení, jejichž úkolem je zbavit zrno nečistot a příměsí, se při procesu čištění využívá rozdílných vlastností jednotlivých částí směsi, jako jsou rozměr, měrná hmotnost, vlastnosti povrchu nebo vlastnosti aerodynamické.

Pro rozdruzování směsi zrna a příměsí podle rozměrů se velmi často používají síta s kmitavým pohybem. Pro stanovení charakteristiky těchto sít bylo na



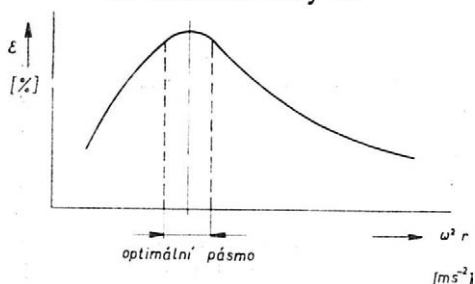
4. Principiální schéma měřicího stolu pro stanovení rozptylového obrazce trysky s grafickým záznamem



5. Principiální schéma prosévacího síta s kmitavým pohybem

katedře postaveno měřicí zařízení, které je schematicky znázorněno na obr. 5. Prosévací schopnost síta je závislá:

- na složení směsi, která na síto přichází,
- na specifickém zatížení síta q_0 ,
- na sklonu síta α ,
- na velikosti a tvaru otvorů síta d ,
- na poloměru kliky r ,
- na otáčkách kliky n .

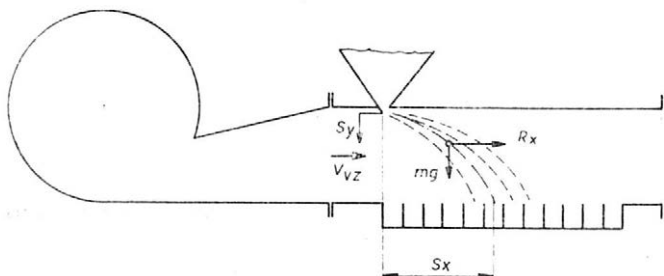


6. Průběh závislosti koeficientu prosévání ε na zrychlení síta $\omega^2 r$

Účelem měření je určit optimální poměry mezi uvedenými parametry, při kterých by bylo prosévání nejintenzivnější. Intenzitu prosévání síta pak vyjadřujeme pro danou směs, optimální sklon síta a specifické zatížení koeficientem prosévání ε v závislosti na zrychlení síta $\omega^2 r$, které prosévací schopnost síta nejvíce ovlivňuje. Průběh koeficientu prosévání s vyznačením optimálního pásma je patrný z obr. 6.

Při rozduřování směsi zrna a příměsí v proudu vzduchu se využívá aerodynamických vlastností jednotlivých částic, vyjadřovaných zpravidla jejich koeficientem vznosu K_v . Tento koeficient je možné stanovit buď z kritické rychlosti ve svislém proudu vzduchu nebo ve vodorovném proudu vzduchu. Měřicí zařízení používané na naší katedře je schematicky vyznačeno na obr. 7. Z dynamických poměrů v třídícím prostoru je možné odvodit vztah pro rychlost v_x zrna ve směru proudu vzduchu i dráhu letu částic. Poněvadž je dráha letu částic S_x funkcí koeficientu vznosu K_v

$$S_x = f(K_v)$$



7. Principiální schéma zařízení pro rozduřování směsi zrna a příměsí

je možné z odměřené délky dráhy letu koeficient vznosu pro zvolené rychlosti proudu vzduchu vypočítat a vynést do grafu, který by pro danou směs sloužil při konstrukci čistících strojů.

MĚŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJÍCH V UMĚLE VYTVOŘENÝCH PRACOVNÍCH PODMÍNKÁCH

Měření na zemědělských strojích v uměle vytvořených podmínkách je velmi výhodné z několika důvodů:

- není závislé na sezónním nasazení stroje,
- má neomezenou opakovatelnost zkoušek,
- urychluje pevnostní event. funkční zkoušky stroje.

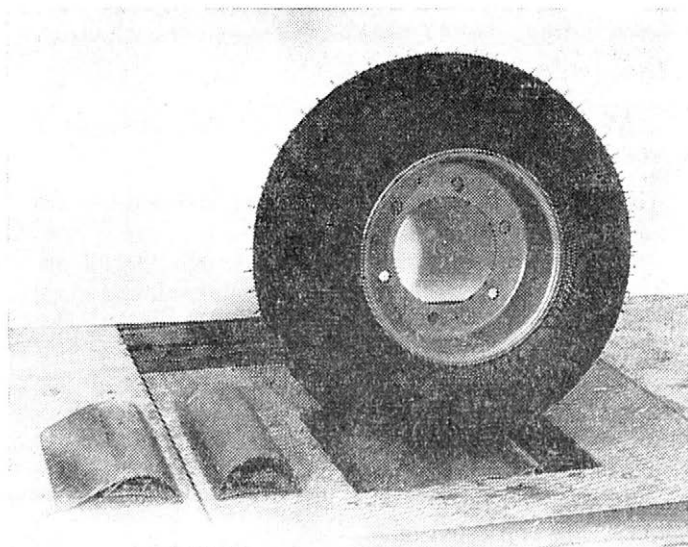
Příklad zařízení zhotoveného na naší katedře pro měření namáhání podvozkových částí mobilních zemědělských strojů za umělých podmínek je patrný z obr. 8. Zařízení je využíváno hlavně pro stanovování dynamického součinitele K

$$K = f(\sigma_{\text{stat}}, \sigma_{\text{dyn}})$$

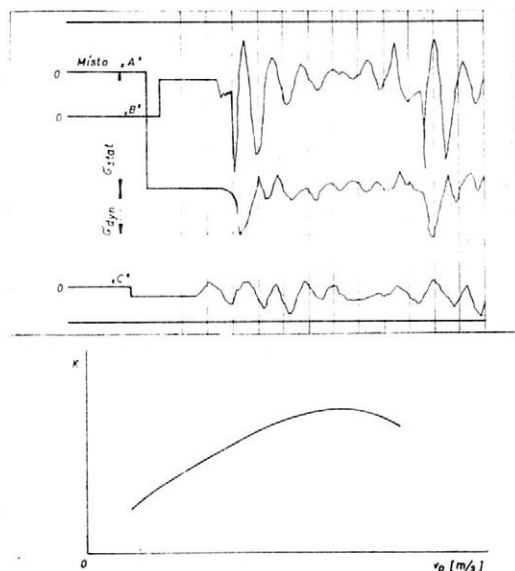
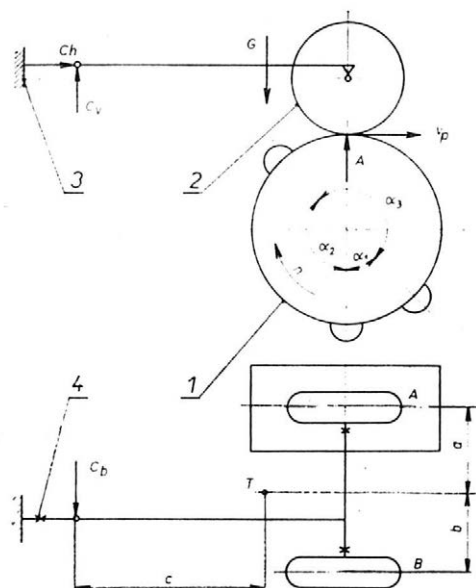
potřebného pro dostatečné dimenzování nejnamáhanějších částí zkoušeného stroje, event. při zrychlených zkouškách životnosti jednotlivých částí stroje.

Důležité části podvozku většiny mobilních zemědělských strojů jsou totiž při práci i při transportu namáhány dynamickými účinky od přejezdu půdních nerovností. Na základě praktických poznatků bylo konstatováno, že pro namáhání podvozkových částí bývají rozhodující právě transportní podmínky, neboť během nich jsou přepravované stroje vystaveny velkému počtu cyklů zatížení. Uvedený způsob namáhání může vést u nejnamáhanějších částí k únavovým lomům. Pro různé stroje bývají také různé transportní podmínky. Proto nezbytnou podmínkou pro správný postup při zrychlených zkouškách je správná volba zatěžovacího režimu.

Těmto podmínkám např. vyhovuje překážkový buben s vyměnitelným počtem překážek a s jejich různým tvarem, neboť kombinace různého počtu a tvaru překážek charakterizuje určité transportní podmínky, počet otáček bubnu určitou po-



8. Zatěžovací buben s vyměnitelnými překážkami



9. Princip měření mobilního zemědělského stroje umístěného na zatěžovacím bubnu: 1 — zatěžovací buben, 2 — pojezdová kola zkoušeného stroje, 3 — imitovaný závěs na traktor, 4 — tenzometrické snímače

10. Grafický záznam průběhu namáhání měřených míst s grafem dynamického součinitele K v závislosti na pojezdové rychlosti V_p

jezdovou rychlost stroje. Umístění měřeného stroje na zatěžovací buben jen jedním kolem vyplývá z jedné možnosti alternativního měření (obr. 9).

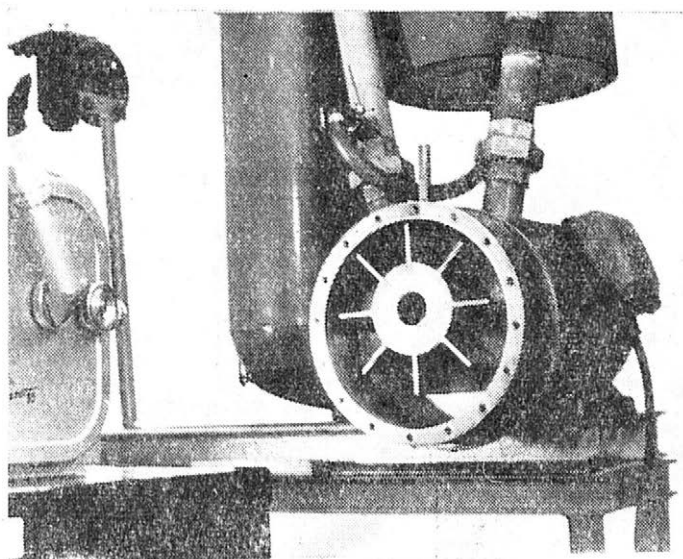
Pro měření namáhání ve zvolených místech je použito drátkových tenzometrických snímačů, zesilovačů TDA 3 a oscilografu. Z grafického záznamu je pak vyhodnocováno statické namáhání měřených míst, superponovaná kmitavá složka namáhání a z toho výpočtem dynamický součinitel daného měřeného místa v závislosti na pojezdové rychlosti, jakož i závislosti mezi měřeným místem u kola umístěného na zatěžovacím bubnu a vyvolaným namáháním ve zbývajících zvolených měřicích místech (obr. 10).

APLIKACE RYCHLOSTNÍ KINEMATOGRAFIE PŘI SLEDOVÁNÍ PRACOVNÍCH POCHODŮ

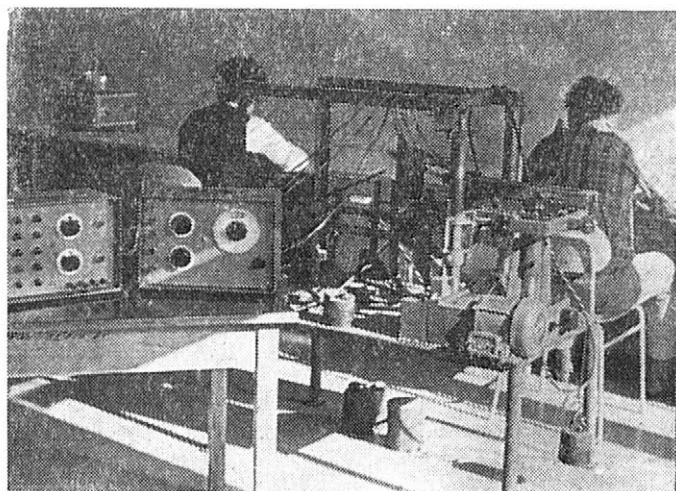
Rychlostní kinematografie je na naší katedře využíváno převážně při vědecko-výzkumné činnosti. Její význam spočívá především v tom, že umožňuje zachytit pohyblivé funkční děje pracovních ústrojí zemědělských strojů na film. Zpětné zpomalené promítnutí filmového záznamu zkoumané operace dovoluje podrobně analyzovat činnost daného pracovního ústrojí i eventuální vliv jeho konstrukčních změn na účinnost pracovních pochodů.

Příklad uplatnění rychlostní kinematografie je patrný z obr. 11 při výzkumu vývěvy pro dojení stroje. Jak z funkčního principu této vývěvy vyplývá, má na její účinnost vliv vytvoření kapalinového prstence ovlivňovaného tvarem lopatek a otáčkami rotoru. Záznam tvaru kapalinového prstence pro daný rotor při jeho proměnlivých otáčkách umožňuje analýzu sledovaného děje a určuje event. další potřebné úpravy zkoumaného zařízení.

11. Filmování činnosti
vývěvy



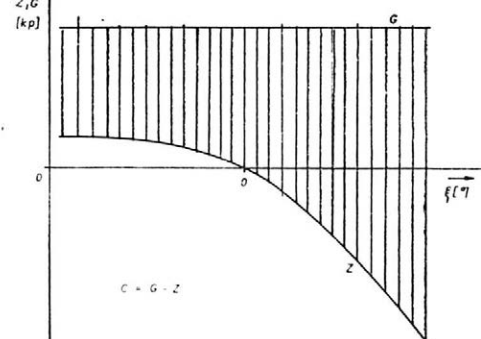
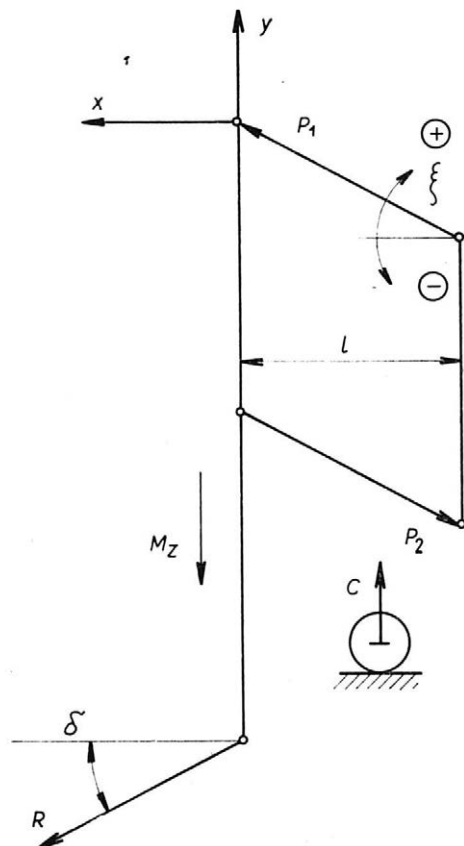
12. Měřicí zařízení rad-
ličky plečky



Jiný příklad uplatnění této měřicí metody je při hledání optimálních kinematických parametrů mláticího bubnu a vytrásadel samojízdné žací mlátičky. Tento úkol děláme ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělských strojů v Praze-Chodově pro Agrostroj Prostějov.

**APLIKACE TENZOMETRICKÝCH MĚŘENÍ PŘI ZJIŠŤOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH
VELIČIN NA MODELECH A POKUSNÝCH STOLICÍCH ČI NA
KONKRÉTNÍCH STROJÍCH**

Použití tenzometrie při experimentálních event. pevnostních či funkčních zkouškách je jednou z nejrozšířenějších měřicích metod. Vyplyvá to z její spolehlivosti i při sledování většiny dynamických jevů, jakož i z možnosti přenosu měřené veličiny na jiné místo.



14. Průběh reakce C opěrného kola v závislosti na postavení ramen závěsu ξ

13. Principiální schéma měření sil paralelogramového závěsu radličky plečky

Příklad použití tenzometrické měřicí metody je patrný z obr. 12. Radlička plečky, upevněná na pokusné stoličce, je zatěžována buď konstantní nebo proměnnou silou. Účelem měření je stanovit kinematické poměry závěsného mechanismu radliček a cílem získat

- maximální zahlubovací moment,
- při práci minimální reakci opěrného kola.

Pro splnění těchto požadavků je třeba znát velikost sil v ramenech paralelogramového závěsu v závislosti na jejich postavení ξ (obr. 13). Moment napomáhající zahlobení radličky je právě funkcí těchto parametrů

$$M_z = f(P_1, P_2, \xi)$$

Rovněž velikost reakce opěrného kolečka je při konstantní pracovní hloubce závislá na postavení ramen. Průběh této reakce je patrný z obr. 14. Pro přesnější stanovení velikosti sil jsou ramena v místě nalepení tenzometrů zeslabena. Pro vlastní měření sil je použito staticko-dynamické tenzometrické aparatury SA - 2.

ZÁVĚR

Předložená práce podává jen velmi stručný přehled o měřeních a měřicích metodách uplatňovaných na katedře zemědělských strojů fakulty strojní v Praze, a to jak při výuce, tak i při vědecko-výzkumné činnosti. Jejich hlavním cílem je

ukázat, procvičit, event. ověřit na konkrétním příkladě obecnou měřicí metodu aplikovatelnou v mnoha dalších případech a získat kinematické i dynamické parametry a závislosti při zkoumání jednotlivých pracovních ústrojí zemědělských strojů.

Došlo dne 22. 5. 1973

БРЗКОВСКИ К. (Чешский политехнический институт, Факультет машиностроения, Прага, Чехословакия). Измерения и измерительные методы в сельскохозяйственной технике. *Zem. technika* 19 (8) : 503-512, 1973.

В статье рассматриваются методы измерения, применяемые в процессе обучения и при научно-исследовательской работе на Кафедре сельхозмашин СФ — ЧПИ. Методы измерений разделены на 4 группы: 1. по определению функциональных характеристик сельхозмашин и их рабочих органов. 2. По измерению сельхозмашин в искусственно созданных условиях. 3. По применению скоростной кинематографии для изучения рабочих процессов. 4. По применению тензометрических измерений для определения физических величин у моделей на опытных станках или конкретных машинах. Для каждой группы приводятся примеры измерения, составление измерительного устройства показано на фотодокументации.

измерительная техника; функциональные модели сельхозмашин; скоростная кинематография; тензометрия

BRZKOVSKÝ K. (Czech Technical University, Faculty of Machinery, Praha, Czechoslovakia). *Measuring and Measuring Methods in Farm Technique*. *Zem. technika* 19 (8) : 503-512, 1973.

The article deals with measuring methods used in tuition and scientific and research activities in the Department of Farm Machinery of the Faculty of Machinery of the Czech Technical University. The measuring methods are divided into the following four groups: 1. Determination of functional characteristics of farm machinery and of their operation mechanism. 2. Measuring on farm machines in artificially created working conditions. 3. Application of velocity cinematography in the investigation of operation processes. 4. Application of tensometric measurements in the determination of physical quantities on models and experimental benches or concrete machines. Examples of measurement are given for each group and the system of measuring equipment is shown on pictures.

measuring technique; functional models of farm machinery; velocity cinematography; tensometry

BRZKOVSKÝ K. (Tschechische Technische Hochschule, Maschinen fakultät, Praha, Tschechoslowakei). *Messung und Meßmethoden in der Landtechnik*. *Zem. technika* 19 (8) : 503-512, 1973.

Der vorliegende Artikel befaßt sich mit den auf der Katheder der Landmaschinen der Maschinenfakultät der Tschechischen Technischen Hochschule bei der Ausbildung und der forschungswissenschaftlichen Tätigkeit benützten Meßmethoden. Die Meßmethoden sind in vier Gruppen eingeteilt: 1. Feststellung der Funktionscharakteristiken der Landmaschinen und deren Arbeitsorgane. 2. Messung auf Landmaschinen in künstlich gebildeten Arbeitsbedingungen. 3. Applikation der Geschwindigkeitskinematographie bei der Untersuchung der Arbeitsprozesse. 4. Applikation der tensometrischen Messungen bei der Feststellung der physikalischen Größen auf Modellen und Versuchsstühlen oder auf konkreten Maschinen. Für jede Gruppe sind Beispiele der Messung aufgeführt und die Zusammenstellung der Meßeinrichtung wird mit Abbildungen dokumentiert.

Meßtechnik; Funktionsmodelle der Landmaschinen; Geschwindigkeitskinematographie; Tensometrie

BRZKOVSKÝ K. (Enseignements Supérieur Technique de Bohême, Faculté de machines, Praha, Tchecoslovaquie). *Mesures et méthodes de mesure de la technique agricole*. *Zem. technika* 19 (8) : 503-512, 1973.

Le travail présent traite des méthodes de mesure utilisées lors des cours et de l'activité scientifique et de recherche à la faculté des machines agricoles de l'En-

seignement Supérieur Technique de Bohême. Les méthodes de mesure sont divisées en quatre groupes suivants: 1. Détermination des caractéristiques fonctionnelles des machines agricoles et de leur mécanisme de fonctionnement. 2. Mesures effectuées sur les machines agricoles dans les conditions de travail artificiellement créés. 3. Application de la cinématographie rapide en poursuivant les procédés. 4. Application des mesures tensométriques lors en déterminant des données physiques sur les modèles et les chaises d'essai ou bien sur les machines concrètes. Pour chaque groupe sont indiqués des exemples de mesure et le montage du dispositif de mesure est démontré dans une documentation en images.

technique de mesure; modèles fonctionnels de machines agricoles; cinématographie rapide; tensometrie

Adresa autora:

Ing. Karel Brzkovský, ČVUT — fakulta strojní, Suchbátarova 4, 160 07 Praha

Z. Souček

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

SOUČEK Z. *Měření mechanických veličin na zemědělských strojích.* Zem. technika 19 (8) : 513-520, 1973.

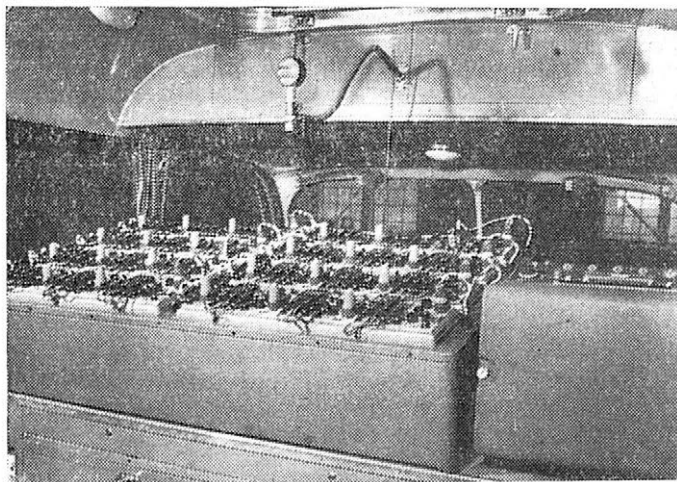
Práce obsahuje přehled měřicí techniky používané ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů, Praha - Chodov, k měření mechanických veličin na zemědělských strojích. Jsou uvedeny pojízdné měřicí laboratoře s klasickým způsobem registrace smyčkovými oscilografy i moderním způsobem měřicím magnetofonem. Krátce jsou popsány snímače k měření mechanických veličin, používané přístroje ke zpracování naměřených hodnot a některá doplňková zařízení.

měřicí technika; měření mechanických veličin

VÚZS se soustředil zvláště na rozvoj měření mechanických veličin elektrickými metodami. Tato činnost VÚZS má v oboru zemědělského strojírenství již značnou tradici. První měření odporovými tenzometry v provozních podmínkách zemědělských strojů proběhla v roce 1955. V r. 1957 postavil VÚZS jako první pracoviště tohoto druhu v ČSSR pojízdnou měřicí laboratoř.

MĚŘICÍ LABORATOŘ VÚZS

I v současné době jsou pojízdné měřicí laboratoře nejdůležitějším článkem měřicí techniky VÚZS. Umožňují měření a registraci a v některých případech i zpracování výsledků za provozu zemědělského stroje, tj. většinou za jízdy v polních podmínkách. V měřicím voze (z r. 1963) s největší kapacitou jsou použity čs. tenzometrické zesilovače TDA-3, umožňující měření celkem 23 kanálů současně (obr. 1). Je možné použít úplný i poloviční můstek s odporem tenzometrů 120 až 600 Ohmů. Používají se také induktivní snímače. Napájecí napětí můstku je 4 až 7 V. Jmenovitý výstupní proud je 5 mA, max. 15 mA. Jedná se o zesilovače s nosným proudem o frekvenci 5000 Hz. Registračním přístrojem je smyčkový oscilograf CEC 5-119 P3-50 firmy Bell a Howell, který umožňuje registraci až 50 veličin. Maximální šířka papíru je 30 cm, délka registračního papíru až 120 m, rychlost posuvu papíru od 0,25 cm/s do 254 cm/s. Celkem může být 16 stupňů rychlostí; za pohybu papíru lze zvýšit tlačítkem rychlost desetkrát. Přístroj je vybaven automatickým vyvolávacím zařízením Datarite, které vyvolává

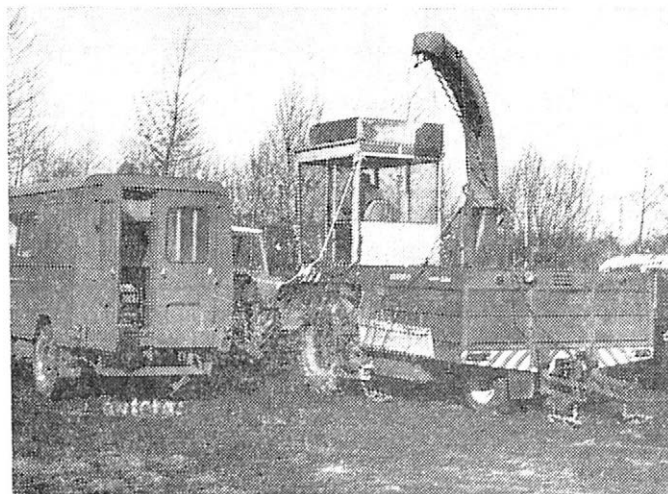


1. Tenzometrické zesilovače TDA-3 zabudované v panelu měřicí laboratoře a smyčkový oscilograf CEC 5-119-P3-50

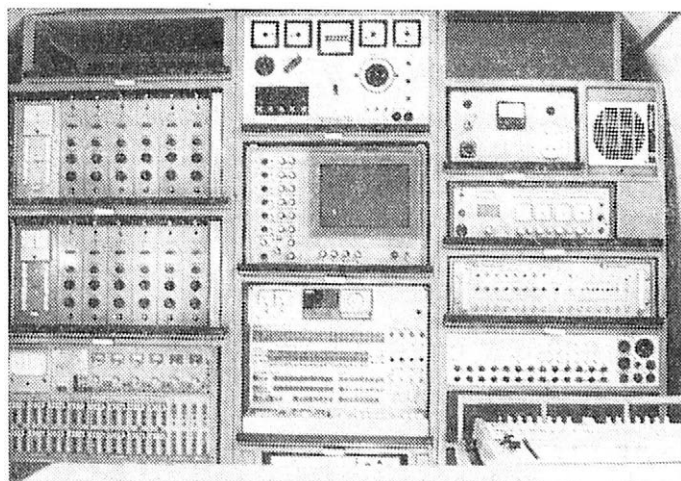
oscilogramy a ustaluje je během měření. Napájecí napětí je 26 V stejnosměrných a 115 V střídavých. Časová základna je po desetinně nebo setině vteřiny. Výhodou přístroje je jeho vysoká spolehlivost, odolnost proti vibracím, dobrá kvalita a stabilita záznamů a velký výběr velmi kvalitních smyček.

Kromě tohoto typu oscilografu lze do vozu jednoduše namontovat také oscilograf Oscilloport firmy Siemens Halske, nebo smyčkový oscilograf Galvomat firmy Bell a Howell. Základním napájecím zdrojem měřicí laboratoře je elektrocentrála 3 kVA. Je možné instalovat také čtyřkanálový integrátor na vyhodnocování středních hodnot a malý analogový počítač, sestavený ve VÚZS, k rychlému zpracování naměřených hodnot během měření. Současně lze vyhodnocovat např. střední hodnoty, vypočítat redukované napětí, vypočítat hlavní napětí při použití tenzometrických rozet, sčítat ohybová napětí pro kruhový průřez. Je vypracována řada dalších programů.

V současné době byl ukončen vývoj a zkoušky nové měřicí laboratoře VÚZS. Tato nová měřicí laboratoř je instalována do terénního vozu Renault Savien (obr. 2, 3). Jsou použity čs. tenzometrické zesilovače Tesla Bratislava EMS 004,



2. Nová měřicí laboratoř VÚZS při měření se samochodným sklizečem píce SPS-360 Agrostroje Pelhřimov



3. Uspořádání přístrojů v panelu nové měřicí laboratoře VÚZS

kteří umožní měření celkem 20 kanálů současně. Jsou to zesilovače s nosným proudem o frekvenci 5 kHz. Lze použít tenzometrické i indukční snímače, napájení přístroje je 12 až 29 V. Výstup je proudový (10 mA) a napěťový 1,4 V pro magnetofon. Jsou též používány zesilovače TDA-6 s obdobnými parametry. Kromě těchto zesilovačů je v měřicí laboratoři také čs. telemetrická souprava Telemetr 4S, která umožňuje bezdrátové dálkové měření s tenzometry na třech kanálech.

Základním registračním přístrojem měřicí laboratoře je měřicí magnetofon VR 3360 firmy Bell a Howell. Přístroj má 14 kanálů FM a jeden kanál pro záznam slovního doprovodu. Přístroj má šest rychlostí posuvu pásky od 1 7/8 do 60 palců/s. Napájecí napětí je 115 nebo 220 V s frekvencí 48 až 63 Hz. Vstupní i výstupní napětí je 1 V. Při reprodukci je možné reprodukovat všechny kanály současně. Přepínačem lze také reprodukovat postupně jednotlivé kanály přes jeden přehrávací zesilovač. Magnetofon je dále vybaven dálkovým ovládáním, počítadlem převíjení pásky a reproduktorem přímo v přístroji. V magnetofonu, který se používá pro reprodukci, je zabudováno zařízení „Shuttle control“, který umožňuje automatizaci periodické reprodukce vybraného úseku záznamu. Reprodukční zesilovač má i dolnofrekvenční filtr (s nastavitelnou frekvencí). K podrobnému zkoušení a kontrole magnetofonu je přístroj vybaven zvláštním přístrojem DATATEST.

Dále je v měřicí laboratoři zabudován přístroj AD 8, který umožňuje rozšířit počet registrovaných kanálů pomocí magnetofonu o sedm. Měřicí laboratoř tedy může registrovat až 21 kanál. Přístroj AD 8 je osmikanálový a využívá k digitální registraci jeden kanál analogového magnetofonu. Využívá PCM modulace a multiplexu. Na nahrávací straně lze přístroj použít jako rychlý analogo-číslicový převodník. Při reprodukci lze využít buď osmi analogových výstupů nebo digitální výstup. Výhodou přístroje je jeho vysoká přesnost. Při rychlosti posuvu magnetické pásky 60 palců/s je frekvenční rozsah přístroje 0 - 1250 Hz při registraci osmi kanálů a 0 - 10 000 Hz při registraci jednoho kanálu.

Dalším registračním zařízením používaným v laboratoři je 18kanálový smyčkový oscilograf Galvomat, firmy Bell a Howell, který má šířku papíru 18 cm. Je to přímopíšeční oscilograf s registrací na UV papír. Záznam lze dělat také paralelně s magnetickým zápisem. Pro registraci plného počtu kanálů, tj. 20, je možno

místo magnetofonu namontovat velký smyčkový oscilograf CEC 5-119.

Dále je nová měřicí laboratoř VÚZS vybavena čtyřkanálovým integrátorem k rychlému určení středních hodnot. Je zabudován i analogový počítač se 20 operačními zesilovači, z nichž čtyři mohou pracovat jako integrátory. Je zde také 12 potenciometrů, diodové kvadrátory, diferenční relé a další prvky, které má analogový počítač MEDA. Výpočty s měřenými veličinami se mohou dělat hned během měření. K tomu účelu je vypracována řada programů. Příklady jsou uvedeny výše. Je výhodné používat i programy, které automaticky ovládají měřicí přístroje. Výsledky výpočtu se buď registrují smyčkovým oscilografem, magnetofonem nebo se odečítají číslicovým voltmetrem. K usnadnění postupného odečítání, např. středních hodnot číslicových voltmetrem, slouží zvláštní přepínač.

Ke kontrole výstupu z magnetofonu je zabudován osciloskop OPD-280-V s dlouhodoznívací obrazovkou a dvě měřidla špičkových hodnot.

Všechny vstupy a výstupy přístrojů jsou vyvedeny na zdířkové pole a zde jsou operativně propojovány obdobnou technikou, jakou se zapojují programy analogových počítačů, což je nový prvek v koncepci měřicích laboratoří. Automatické cejchování kanálů zesilovačů lze ovládat centrálně, a to buď postupně nebo paralelně.

Základním zdrojem napájení je benzinová elektrocentrála japonské firmy Honda E 2500 E s maximálním výkonem 2,5 kW. Elektrocentrála je zdrojem 220 V, 12 V a 24 V. Výhodou je nízká váha elektrocentrály při vysokém výkonu.

SNÍMAČE

Důležitým článkem v soustavě měřicích zařízení VÚZS jsou snímače, umožňující měření různých typů mechanických veličin ve spojení s uvedenými univerzálními měřicími laboratořemi. Většina snímačů VÚZS je konstruována na tenzometrickém principu. Snímače, které krátce uvedu, byly vyvinuty ve VÚZS (kromě snímačů zrychlení a posuvů). Většinou jsou vyráběny v rámci kapacitních možností také na zakázku pro československé a v poslední době i zahraniční uživatele.

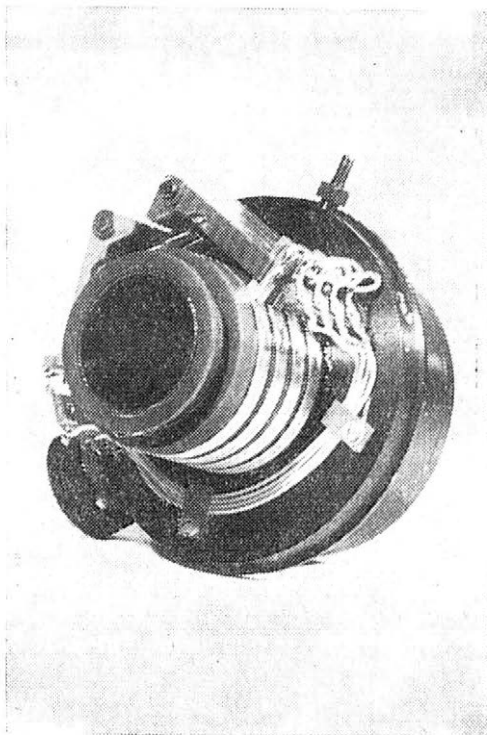
VÚZS vyrábí sadu tahových dynamometrů klasické koncepce s jmenovitým rozsahem 1500, 3000 a 6000 kp. Jsou vyráběny ve dvojím provedení. Jednak s klasickým oválným okem, jednak s kulovými klouby, které umožní použít dynamometr jako prutovou podpěru.

Dalším snímačem VÚZS k měření síly je dynamometr k měření tažných odporů strojů na jednoosém podvozku, který se připevňuje na závěsnou lištu traktoru. Zvláštností tohoto snímače je to, že dovoluje přenášet svislou i boční sílu a přitom měří pouze tažný odpor stroje. Jmenovitý rozsah přístroje je 3000 kp. Jiný dynamometr VÚZS, tzv. tříslložkový dynamometr, umožňuje nejen přenos svislé i boční síly, ale také současné měření všech tří složek sil působících v závěsném bodě lišty traktoru. Jmenovitý rozsah snímače pro tažný odpor, stranovou a svislou složku je 7000 kp, 18 000 kp a 1300 kp.

Dále byly vyvinuty ve VÚZS přístroje pro dynamometrování nesených zemědělských strojů. Na starší konstrukci přístroje navazuje nový typ, určený především k měření s novou řadou traktorů Zetor do třídy 3 Mp. Přístroj je konstruován ve dvou základních typech. Jednak jako třibodový dynamometr táhlový (obr. 4), jednak jako třibodový dynamometr rámový. První přístroj je ve své základní funkci určen pro měření sil v jednotlivých táhlech třibodového závěsu (včetně zvedacích táhel). Měří tedy celkem pět silových účinků. Hlavní táhla mají jme-



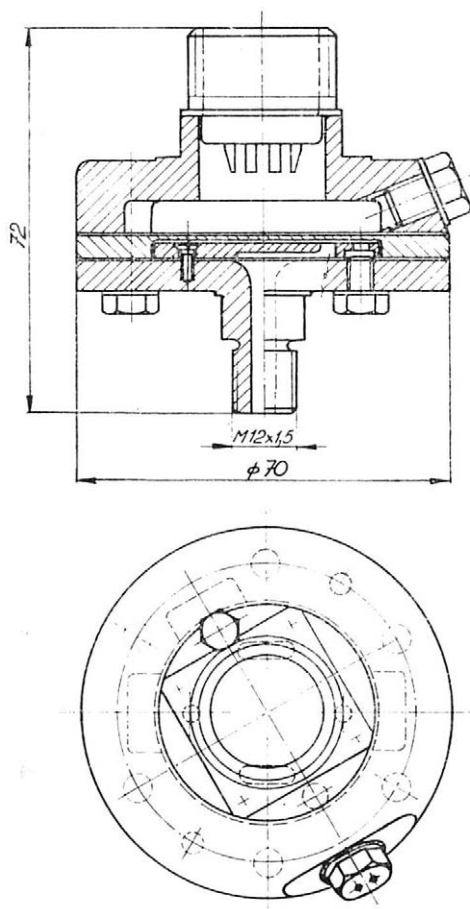
4. Tříbodový dynamometr táhlový při měření s pluhem (měřicí člunek v horním a dolním táhle tříbodového závěsu)



5. Kroužkový agregát VÚZS (bez krytu) k měření odporovými tenzometry na rotujících částech zemědělských strojů

novitý rozsah přibližně 7000 kp a zvedací přibližně 3500 kp. Ve VÚZS byly vyvinuty metody, které umožňují i u tohoto přístroje na základě měření sil v hlavních táhlech získávat přímo tažný odpor neseného stroje. K získání pouze tažného odporu je však určen druhý typ tříbodového dynamometru, tj. dynamometr rámový. Zvláštním zapojením tenzometrů se na vstup tenzometrického zesilovače přivádí součet horizontálních složek sil v hlavních táhlech tříbodového závěsu. Měří se tedy v tomto případě pouze tažný odpor.

K měření s odporovými tenzometry na rotujících částech zemědělských strojů byl vyvinut kroužkový agregát (obr. 5), který má čtyři stříbrné kroužky se stříbrografitovými kartáčky. Za určitých podmínek umožňuje tento přístroj práci až do 3000 ot/min. Největší průměr hřídele, na který je možné agregát namontovat, je 40 mm (odpovídá průběžnému vnitřnímu otvoru). Tento kroužkový agregát je v principu použit u torzních dynamometrů VÚZS. Je vyvinut torní dynamometr kardanový k měření kroučícího momentu na vývodovém hřídeli traktoru, a to jak šestidrážkový pro 540 ot/min, tak s evolventním drážkováním pro 1000 ot/min. Jmenovitý rozsah je 130 kpm. K měření kroučících momentů přenášných přes řemenice a řetězky je určen torní dynamometr hřídelový. Umožňuje po příslušné úpravě montáž na konec hřídele místo původní řetězky nebo řemenice, které se nasadí opět po úpravě na dynamometr. Tento dynamometr ve svém původním provedení z r. 1958 má nominální rozsahy 20 a 40 kpm. Nové provedení tohoto dynamometru má rozsah 80 kpm.



6. Konstrukční provedení snímače tlaku pro jmenovitý rozsah 380 torrů

vencí asi do 1000 Hz). Dále se ve VÚZS užívají indukční snímače posuvů firmy Mikrotechna s rozsahy ± 5 mm až ± 50 mm. Je k dispozici také vlastní snímač natáčení a snímač vibrací.

ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

Dalším článkem systému, navazujícím na popsané přístroje VÚZS, jsou zařízení na zpracování naměřených hodnot. Výsledky měření, registrované pomocí grafických záznamů, především záznamů ze smyčkových oscilografů, jsou zpracovávány poloautomatickým zařízením OSCAR americké firmy Benson a Lehner. Je to přístroj, který výrazně zrychluje (zhruba 5 až 10krát, někdy i více) ruční odměřování amplitud (y příp. také x) a přepočet těchto amplitud na technické veličiny. Přístroj je 10kanálový, což značí, že je možné vyhodnocovat až 10 průběhů s různými nulovými hladinami a měřítky. Výstup přístroje je připojen na elektrický psací stroj a děrovač děrné pásky a elektrickou kalkulačku. Způsob zápisu (včetně kódu) je možné měnit uspořádáním programovací destičky. Prak-

Dále používáme ve VÚZS vyvinuté tlakové snímače. Jsou to jednak snímače určené pro měření na dojicích strojích se základním rozsahem 380 torr (obr. 6). Měřicím prvkem je buď membránan nebo nosníček, podle toho, zda při daném měření je rozhodující dlouhodobá stabilita citlivosti, nebo vysoký frekvenční rozsah. Nosníčkový typ s jiným rozsahem dovoluje měření při plné výchylce i 70 mm v. s. Tyto nízké rozsahy jsou nutné při měření tlakových rozdílů potřebných k určení průtočného množství vzduchu pomocí clon nebo jiných škrticích elementů. Všechny uvedené snímače lze použít jako rozdílové, tj. k měření tlakových diferencí. Mají velmi malý vnitřní objem a umožňují propláchnutí proudem vody. Byly vyvinuty především pro laboratorní práce na potrubních dojicích strojích. Dále byly vyvinuty tlakové snímače pro vyšší tlaky: membránový typ s nominálním rozsahem 40 kp/cm² a trubkový typ s rozsahem 160 a 640 kp/cm².

Při výzkumu dynamického účinku, ale i k měření vibrací a amplitud se ve VÚZS používá soustava snímačů zrychlení. Jsou to snímače firmy Mikrotechna SZ-20 se jmenovitým rozsahem 20 g (s frekvencí asi do 250 Hz) a snímače firmy Bell a Howell s jmenovitým rozsahem 10 g (s měřitelnou frekvencí asi do 200 Hz) a 250 g (s frekvencí asi do 1000 Hz).

tický se přístroj používá zejména k odečtům extrémů, při statistickém zpracování např. k odečtům po pravidelných časových úsecích, vyhodnocování středních hodnot při odečtech amplitud výstupu z integrátoru atd. Ke speciálním účelům statistického zpracování, potřebného k hodnocení únavové životnosti součástí zemědělských strojů, je ve VÚZS přístroj vyrobený podle návrhu ing. Tittlbacha v n. p. Elektročas. Přístroj při ručním objíždění grafického záznamu namáhání součástí vyhodnocuje průběh veličiny dvouparametrickou metodou. V principu umožňuje určit rozkmity amplitud a střední hodnotu kmitu.

Jestliže jsou měřené veličiny registrovány měřicím magnetofonem, používá se pro statistické zpracování elektronický klasifikátor KLA-2, firmy RFT. Klasifikátor umožňuje třídění do 11 tříd (navíc jsou 2 okrajové třídy). Maximální frekvence odečtů je 400 Hz. Klasifikátor umožňuje pět různých způsobů klasifikace. Dalším prostředkem ke zpracování naměřených hodnot ve VÚZS je analogový počítač MEDA. Užívá se jednak jako pomocné zařízení při použití jiných přístrojů (např. s klasifikátorem), popř. k filtraci atd., jednak jako základní zařízení. Výhodné je vyhodnocování středních hodnot, směrodatných odchylek a řada dalších použití, pokud nebylo možné příslušné kroky dělat speciálním analogovým počítačem umístěným přímo v měřicím voze.

Další metoda zpracování hodnot zaznamenaných měřicím magnetofonem vychází z použití číslicového voltmetru NR-30 jako analogočíslicového převodníku (ve spojení s jednotkou pro řízení zápisu NZ20 a čs. děrovačem děrné pásky).

Při využití maximální časové redukce, kterou umožňují naše měřicí magnetofony, lze tak dosáhnout maximální frekvence vzorkování kolem 65 vzorků za vteřinu. Hodnoty převedené do děrné pásky lze pak zpracovávat číslicovým počítačem. Při reprodukci naměřených hodnot z magnetofonu se kromě základního přístroje, tj. výše popsaného magnetofonu firmy Bell a Howell, používá k pomocným účelům také měřicí magnetofon Tesla Bratislava EMM-140.

DALŠÍ MĚRICÍ ZAŘÍZENÍ VÚZS

Ve VÚZS byly vyvinuty i přístroje, které umožňují s jednodušším měřicím zařízením na menším počtu míst měřit základní mechanické veličiny bez použití měřicích tenzometrických laboratoří. Z těchto důvodů většina dříve uvedených snímačů vyráběných ve VÚZS existuje v provedení nejen s drátkovými, ale i s polovodičovými tenzometry. Snímače s polovodičovými tenzometry lze připojit přímo k mechanickému zapisovači, který je ve VÚZS vyráběn v tříkanálovém provedení. Kromě tří analogových veličin lze registrovat současně také dvě impulsní veličiny (v principu obvykle přerušovače elektrického obvodu). Zdrojem zapisovače je baterie 12 V. Zapisovač má vestavěnou časovou základnu 1 Hz. Jsou volitelné tři posuvy papíru (0,5; 1,5; 5,0 cm/s). Dále je možné se snímači s polovodičovými tenzometry (v důsledku jejich vysokého součinitele citlivosti) měřit bez zesilovačů a registrovat přímo smyčkovým oscilografem. K vyvážení a napájení můstku z tenzometru a ke změně citlivosti, elektrickému cejchování a ochraně smyčky, se pak používá jednoduchá tříkanálová vyvažovací jednotka, kterou VÚZS rovněž vyvinul.

Do oblasti měření mechanických veličin patří také použití metody rychlostní kinematografie. Je snaha převést použití rychlostní kinematografie v značném rozsahu prací do oblasti experimentálních měřicích metod. Ve VÚZS byla zaří-

zena k tomuto účelu pojízdná měřicí laboratoř, umožňující operativní práci v terénu. Dále byla v laboratořích ústavu vybavena speciální laboratoř na zpracování filmů z rychlostní kamery. Byl také vyvinut přístroj pro vyhodnocování filmů z rychlostní kamery, který umožňuje jejich kvantitativní analýzu, tj. zjišťování dráhy, rychlosti. a zrychlení.

Došlo dne 12. 4. 1973

СОУЧЕК З. (Научно-исследовательский институт сельхозмашин, Прага-Холов, Чехословакия). Измерение механических величин сельхозмашин. *Zem. technika* 19 (8) : 513-520, 1973.

В работе приводится обозрение измерительной техники, применяемой в Научно-исследовательском институте сельхозмашин, Прага-Холов, для измерений механических величин сельхозмашин. Приводятся подвижные измерительные лаборатории с классическим способом регистрации с помощью шлейфового осциллографа и новым способом — с помощью измерительного магнитофона. Коротко описаны и приемники для измерения механических величин устройства для обработки промеренных величин и некоторые дополнительные аппараты.

измерительная техника; измерение механических величин

SOUČEK Z. (Research Institute of Farm Machinery, Praha - Chodov, Czechoslovakia). *Measuring of Mechanical Quantities on Farm Machinery*. *Zem. technika* 19 (8) : 513-520, 1973.

The paper contains a survey of the measuring technique used in the Research Institute of Farm Machinery Praha - Chodov for measurements of mechanical quantities on farm machinery. Travelling measuring laboratories with the classical method of registration through a moving-coil oscillograph as well as with the modern method through a measuring tape recorder are mentioned. A short description is given of indicators for the measurement of mechanical quantities, of instruments used for processing of the determined values and of some accessories.

measuring technique; measurement of mechanical quantities

SOUČEK Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha - Chodov, Tschechoslowakei). *Messung der mechanischen Größen auf Landmaschinen*. *Zem. technika* 19 (8) : 513-520, 1973.

Die vorliegende enthält eine Übersicht der in dem Forschungsinstitut für Landmaschinen Praha - Chodov zur Messung der mechanischen Größen auf Landmaschinen benützten Meßtechnik. Es sind die fahrbaren Meßlaboratorien mit der klassischen Registrierungsmethode mit einem Schleifenoszillograph sowohl mit der modernen Methode mit einem Meßtonband angeführt. Es werden kurz die Abtaster zur Messung der mechanischen Größen, die zur Verarbeitung der ermittelten Werte benützten Geräte und einige Ergänzungseinrichtungen beschrieben.

Meßtechnik; Messung der mechanischen Größen

Adresa autora:

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

Zrychlené laboratorní zkoušky spolehlivosti zemědělských strojů v SSSR

U zemědělské techniky, která více než jiné strojírenské výrobky je vystavena těžkým provozním podmínkám, se kladou velké nároky na důkladné prozkoušení strojů před zahájením výroby. Zkoušky v praxi, závislé na sezónnosti pracovních podmínek, jsou však často zdlouhavé a neúnosně prodlužují inovační proces. Věnuje se proto stále více pozornosti zrychleným zkouškám, které různými způsoby simulují praktické provozní podmínky a poskytují přitom výzkumu nebo vývoji dostatečně rychlé výsledky. Jednou ze zemí, která se intenzivně věnuje této problematice, je Sovětský svaz.

Zrychlené zkoušky spolehlivosti zemědělských strojů se obvykle dělí na zkoušky laboratorní a provozní a dělají se buď s úplnou nebo částečnou reprodukcí podmínek a namáhání, která způsobují poruchy strojních částí. Způsob zrychlených zkoušek se volí tak, že se vychází z nejjednodušší možnosti, jak napodobit podmínky práce stroje, volí se nejjednodušší technické prostředky, dbá se na to, aby zkoušky byly co nejlevnější a konečně se přihlíží k tomu, jak přesné výsledky zkoušek se požadují.

K laboratorním zkouškám se používá stacionárních zařízení se speciálními namáhacími zařízeními (simulátory). Režim zkoušek musí vyvolat fyzikální obraz procesů probíhajících při práci stroje (uzlu, součásti) v provozních podmínkách. Aby se zajistila potřebná přesnost napodobení fyzikálního obrazu, je nutné předběžně prostudovat kvalitativní charakteristiky podnětů (odpor prostředí, nerovnosti terénu, klimatické vlivy, přítomnost brusiva atd.), dobu působení těchto podnětů při operacích typických pro daný stroj a jejich vliv na parametry spolehlivosti stroje, projevující se vznikem lomů, opotřebením, trvalých deformací, pnutí atd. Je rovněž třeba shromáždit informace o selháních a stanovit jejich statistické charakteristiky, dále je třeba stanovit kvantitativní hodnoty technologických ukazatelů stroje, např. produktivitu, stupeň nerovnoměrnosti průchodu produktu, míru ucpávání, parametry pracovního ústrojí apod.

Laboratorní zkoušky se mohou dělat s koeficientem přechodu rovným jedné, představujícím

stav, kdy zdroj při zkouškách je roven zdroj v provozních podmínkách; zrychlení zkoušek se dosahuje zkrácením přestávek v práci stroje na zkušební stolici s koeficientem přechodu vyšším než jedna. Při koeficientu přechodu $K_p = 1$ může režim laboratorních zkoušek zcela vyvolat vnější faktory, tj. shodovat se s provozním režimem, dále může vyvolat tyto faktory zčásti anebo jen ty z nich, které mají vliv na vznik poruch. V posledních dvou případech se režimy laboratorních zkoušek a parametry simulátorů určují takovým způsobem, aby statistické charakteristiky činitelů, majících vliv na vznik poruchy byly na zkušební stolici a v provozu stejné. Statistické charakteristiky se vypočítávají z experimentálních údajů získaných na zkušební stolici a na poli.

Při koeficientu přechodu $K_p > 1$ se režimy laboratorních zkoušek a parametry simulátorů určují takovým způsobem, aby se nenarušil fyzikální obraz namáhání. Podobnosti laboratorních a provozních režimů se dosahuje při rovnosti koeficientů variací času bezporuchové práce detailu, získaných v obou případech pro každý druh selhání. Tato podmínka vyžaduje, aby byl při zkouškách zachován princip rozložení času bezporuchové práce, který platí v provozu.

Podobnost režimů může být úplná (koeficienty variací času bezporuchové práce jsou ve statistickém smyslu rovny) nebo částečná (hodnoty koeficientů variací se podstatně rozcházejí). V druhém případě je třeba stanovit stupeň podobnosti režimů, k čemuž jsou nutné doplňkové údaje (charakter opotřebení detailu na zkušební stolici a v provozních podmínkách, vliv pouhé části spektra podmínek působících na poruchu). Pro nové stroje zpravidla údaje o koeficientu variací bezporuchové práce stroje při provozu chybí, protože se podmínky podobnosti vyjadřují faktory způsobujícími poruchu. Přitom, aniž se provádějí zkoušky, měří se nutné, například silové faktory, což značně zjednodušuje výběr režimů laboratorních zkoušek. Podmínka podobnosti, vyjádřená silovými faktory působícími na detail, má tvar:

$$\frac{1}{\int_0^{\infty} Q_c^{n_c} f(Q_c) dQ_c} \left\{ \int_0^{\infty} Q_c^{2n_c} f(Q_c) dQ_c - \left[\int_0^{\infty} Q_c^{n_c} f(Q_c) dQ_c \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} =$$

$$= \frac{1}{\int_0^{\infty} Q_s^{n_s} f(Q_s) dQ_s} \left\{ \int_0^{\infty} Q_s^{2n_s} f(Q_s) dQ_s - \left[\int_0^{\infty} Q_s^{n_s} f(Q_s) dQ_s \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

kde: Q_c, Q_s — silové faktory působící na zkušební stolici a v provozu
 $f(Q_c), f(Q_s)$ — hustoty rozložení těchto faktorů
 n_c, n_s — stupně vlivu namáhání za dobu provozu, určené zpravidla podle výsledků zkoušek obdobných konstrukcí

Podmínka (1) se často zjednodušuje, nastává-li situace, kdy $n_c = n_s = 1$ (čistě abrazivní opotřebení) a má tvar:

$$V_{Q_c} = V_{Q_s} \quad (1a)$$

kde: V_{Q_c}, V_{Q_s} — koeficienty variací silového faktoru na zkušební stolici a při provozu

Výrazem (1) byly prověřeny podmínky podobnosti režimů namáhání pro nůž sklizeče cukrovky KST-3. Tentometrickým měřením a výpočtem byly zjištěny měrné tlaky působící na řezný břit nože v podmínkách laboratorních a provozních. Rozložení měrných tlaků je normální a má hodnoty (kp/cm^2):

$$\bar{Q}_c = 8,1 \quad \sigma_{Q_c} = 4,1 \quad \bar{Q}_s = 27,5 \quad Q_s = 15$$

Závislost opotřebení na měrném tlaku je nelineární: $n_c = 0,45$; $Q_s = 0,79$. Při použití výrazu (1) dostaneme $0,36 \approx 0,34$, tj. podmínka podobnosti se splňuje dostatečně přesně. Otisky tvaru opotřebovaných povrchů, sejmuté z řezného ostří při zkouškách na zkušební stolici a při provozu, svědčí o identičnosti procesů a potvrzují správnost uvedených matematických podmínek podobnosti. Při úplné podobnosti režimů je koeficient přechodu roven poměru průměrné doby práce detailu (v motohodinách) při provozu k příslušnému času při laboratorních zkouškách. Tento čas se určuje experimentálně aproximativním výpočtem podle jednotypových detailů a kontroluje se metodou porovnání pravděpodobnosti.

V souvislosti s uvedenými podmínkami podobnosti režimů zkoušek je opodstatněné analyzovat vzorce používané k určení počtu vzorků, dostačujícího k zjištění parametrů rozložení času bezporuchové práce nebo opotřebení detailů.

Obyčejně se počet vzorků n pro normální zákon rozložení času určuje podle vzorce

$$n \geq \frac{z_{\gamma}^2 \sigma_t^2}{\alpha^2} \quad (2)$$

kde: α — maximální přípustná absolutní chyba průměrného času bezporuchové práce $\bar{t}$
 σ_t — jeho střední kvadratická odchylka
 z_{γ} — hodnota rozložení, vybraná podle tabulek v závislosti na pravděpodobnosti

Ze vzorce (2) je patrné, že když se zmenší σ_t , snižuje se i n ; existuje názor, že při laboratorních zkouškách musí být nutný počet vzorků nižší, než při zkouškách provozních. Nicméně tomu tak není. Mějme vzorec (2) v podobě

$$n \geq \frac{z_{\gamma}^2 V^2}{\varepsilon^2}$$

kde: V — koeficient variace času bezporuchové práce
 $\varepsilon = \alpha : t$ (relativní chyba)

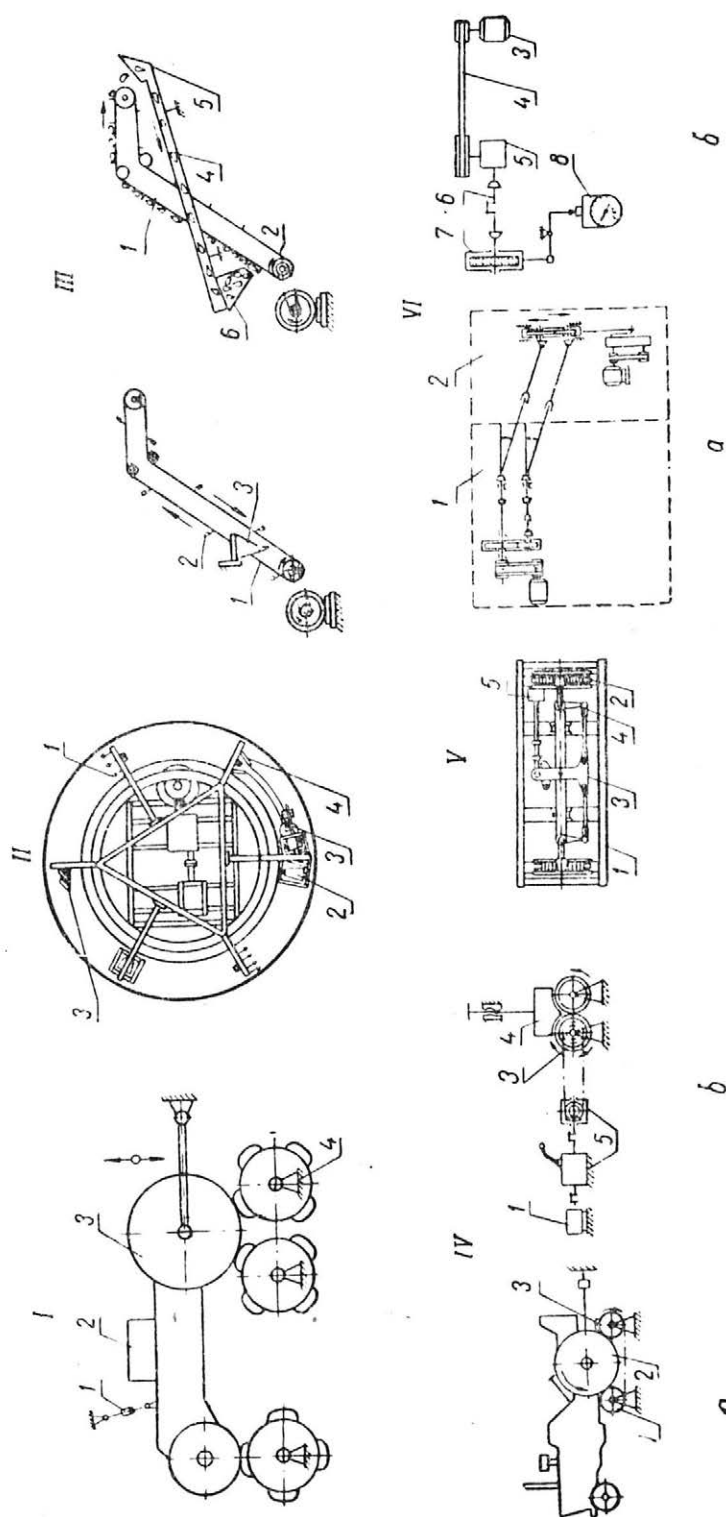
Hodnoty z_{γ} a ε jsou dány a nezávisí na způsobu zkoušení. Potom se počet vzorků určuje jenom koeficientem variací. Při úplné podobě režimu laboratorních zkoušek a režimu provozních zkoušek je hodnota V pro oba případy táž a tudíž je též počet vzorků. Při aproximativním modelování provozních podmínek na zkušební stolici je ovšem možné snížit počet vzorků.

V zemědělském strojírenství se již používají zkušební stolice pro zrychlené zkoušky rámu a pojezdových částí strojů, zkušební stolice pro pracovní orgány na zpracování půdy (radlice, radličky kultivátorů, vyorávací tělesa) a pro orgány na prořezávání půdy. Používají se již také zkušební zařízení pro hnací mechanismy a pro řídicí systémy, zkušební stolice pro detaily a uzly všeobecného určení (řetězy, řetězky, ozubené převody, spojky, kloubové převody).

Na obr. 1 (I–VI) jsou schematicky znázorněna typová zkušební zařízení.

Zkušební stolice pro zkoušení pojezdové části a rámu strojů (obr. I) představuje kombinaci těchto částí stroje 3 s ústrojím, vyvolávajícím namáhání (natřasače 4, vibrátory 2).

Pro zkoušení pracovních orgánů na zpracování půdy se používá kruhový půdní kanál (obr.



I. Typová zkušební zařízení

II) s urovnávačem 1 a utužovačem 2. Na tomto zařízení se rovněž zkoušejí pracovní orgány na prořezávání půdy 3, přičemž se kanál vybavuje ještě zařízením na vytváření řádků 4.

Dopravní pracovní orgány se zkoušejí na zkušebním zařízení s uzavřeným cyklem (obr. III). Prověřuje se pracovní orgán 1 a jeho namáhání se vyvolává simulátory z umělých materiálů 4, které jsou svými vlastnostmi (tvarem, měrnou hmotou apod.) podobné materiálu, s nímž se má pracovat. Náleží sem rovněž abrazivní materiál 3. Namáhání se také dosahuje zátěží 2, upevněnými přímo na pracovním orgánu, nebo lany a pružinami. Zařízení má příjmový žlab 5 a plnicí zásobník 6.

Typová zkušební stolice pro zkoušení pohonů a převodů samochodných strojů (obr. IVa) má zatěžovací ústrojí v podobě otáčejících se bubnů 1, na které se umísťují hnací kola stroje 2, je zde rovněž brzdící ústrojí 3. Přívěsné stroje (obr. IVb) se pohánějí vývodovým hřídelem traktoru nebo speciálním motorem 1. Převody 5 se zatěžují brzdou 4.

Systémy řízení se zkoušejí zkušebními stolicemi (obr. V), které v rámu 1 mají zatěžovací ústrojí v podobě hydraulického válce 5 a pružin 2; síla se přenáší na řídící orgány soustavou táhel 3 a kulových kloubů 4 a zatížení se vyvolává brzděním řídících orgánů.

Zařízení ke zkoušení uzlů a detailů všeobecného určení mohou mít uzavřený cyklus (VIa) nebo přímý přenos (VIb) s použitím abrazivního materiálu. (1 — nepohyblivá část; 2 — pohyblivá část; 3 — elektromotor; 4 — řemenový převod; 5 — reduktor; 6 — zkoušené ústrojí; 7 — hydraulická brzda; 8 — váhový mechanismus).

Na uvedených zkušebních zařízeních se simulují postupná selhání, způsobená opotřebením a únavou; k simulaci nečekaných selhání jsou nutná doplňková ústrojí pro zablokování pracovních orgánů nebo jejich nenadálé zabrzdění.

Zkušební zatěžovací ústrojí musí s nutnou přesností imitovat provozní režim zatížení cyklickým vyvoláváním podmínek stroje podle diferenciálního zákona rozložení a spektrální hustoty zatížení. V každém cyklu se spojitá funkce rozložení zaměňuje diskrétními hodnotami, jejichž trvání na zkušebním zařízení se stanoví v částech z času celého cyklu.

Ve speciálních zařízeních (klimatických komorách) lze vyvolat klimatické faktory pracovních podmínek strojů (které jsou určeny tepelným režimem, množstvím srážek a slunečního záření, atmosferickým složením atd.) Klimatické zkoušky předpokládají simulaci ročního objemu působení klimatických vlivů na objekt.

Ing. Dušan Hutla, Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

ZAVÁDĚNÍ MEZINÁRODNÍ MĚROVÉ SOUSTAVY SI

Mezinárodní výměna informací a zejména mezinárodní spolupráce ve vědě a technice vyžaduje hledat společné vyjadřovací prostředky. V technických oborech může být takových prostředků řada: technické výkresy a schemata matematické formulace, rovnice a výpočty, obrazy a grafy. Aby řeč vědců a techniků byla pro všechny jasná, musí mít každý pojem, každý jev i každá veličina svou přesnou definici, svou míru.

Velmi příznivého stavu při sjednocování technických pojmů se dosahuje na úseku veličin a jednotek. Ve všech vyspělých státech se začíná zavádět Mezinárodní měrová soustava SI, dokonce i tam, kde donedávna měli tradičně odlišný systém, jako v Anglii, Kanadě, Austrálii. Také ve Spojených státech amerických se problém přechodu na systém SI dostává na pořad dne.

Československo je jedním z prvních signatářů metrické konvence. Iniciativně se podílí i na práci Stálé komise pro normalizaci při RVHP. Tato komise přijala na svém zasedání v roce 1972 program opatření k důslednému přechodu členských zemí RVHP na mezinárodní soustavu veličin a jednotek ve dvou etapách.

V první etapě do 31. 12. 1974 má být vyřešeno výhradní zavedení Mezinárodní měrové soustavy v celé normativní dokumentaci, ve vědecké, technické a ekonomické dokumentaci, ve všech vydávaných publikacích a učebnicích. Ve druhé etapě, do 1. 1. 1980, má být zavedena mezinárodní soustava jednotek v celé technické praxi, včetně označování stupnic přístrojů.

Mezinárodní měrová soustava se u nás zavádí spolu s jednotnou symbolikou veličin podle postupně vydávaných čs. norem. Symbolika je v souladu s doporučeními Mezinárodní normalizační komise ISO. To je samozřejmě velmi důležité zejména při studiu literárních prací, kdy jednotné značení všech veličin značně usnadňuje orientaci i využití získaných

informací jak vědeckými a technickými pracovníky, tak i dokumentátory.

Autoři vědeckých prací našeho časopisu Zemědělská technika jsou jistě seznámeni s nově zaváděnou měrovou soustavou a důsledné užívání správných jednotek a symbolů nebude činit obtíže. V případě potřeby použití některých méně obvyklých jednotek lze nahlédnout buď do platných norem (zejména ČSN 01 1300, která bude po revizi předložena ke schválení koncem roku 1973), nebo do přístupných publikací (např. J. Binko: Fyzikální a technické veličiny, SNTL, 1968, nebo M. Brezinský: Veličiny a jednotky v technické praxi, SNTL 1970).

Určité nesnáze budou se zaváděním jednotek síly, tlaku, výkonu, energie, viskozity a v zemědělské praxi i s přechodem na jiné jednotky hmotnosti a plochy. V literárních pracích i ve veškeré technické dokumentaci od 1. 1. 1975 a v ostatní technické praxi o pět let později nebude totiž přípustné používat některých dnes velmi rozšířených jednotek. Pro informaci autorů i čtenářů uvádím dále tabulku, která by měla usnadnit orientaci při zavádění nových jednotek výše uvedených i některých jiných veličin.

Potíže se zaváděním nové měrové soustavy nebudou mít zřejmě dlouhé trvání, protože nová soustava je racionální, veškeré jednotky jsou odvozeny ze základních hlavních jednotek délky, hmotnosti, času, elektrického proudu, teploty a svítivosti. Racionální je i tvoření násobných a dílčích jednotek stejných veličin, kde se důsledně volí násobek 10^3 a tyto násobky se jednotně označují těmito předponami a značkami:

předpona:	tera	giga	mega	kilo	mili
značka:	T	G	M	k	m
význam:	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^{-3}
předpona:	mikro	nano	piko	femto	atto
značka:	μ	n	p	f	a
význam:	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}

U jednotek hmotnosti se uvedené předpony přiřazují zásadně k jednotce gram. Nelze tedy užívat ani dnes někdy uvá-

I. Přehledná tabulka jednotek

Veličina		Jednotka			Převod
název	označení	nepřípustná	SI (přípustná)	označení	
Délka	l, a	angström	metr nanometr	m nm	$1 \text{ m} = 10^{10} \text{ Å}$ $1 \text{ nm} = 10 \text{ Å}$
Plocha	S, A	hektar	metr čtverečný kilometr čtverečný	m^2 km^2	$1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha}$
Objem	V		metr krychlový (litr)	m^3 l	
Prostorový úhel	ω, Ω	čtverečný stupeň	steradián	sr	$1 \text{ sr} = 3282,8 (1^\circ)^2$
Rovinný úhel	$\alpha, \beta, \gamma \dots$		radián (stupeň minuta vteřina)	rad ' "	
Čas	t, τ		sekunda (minuta hodina den)	s min hod d	
Teplota	T, θ $\Delta T, \Delta \theta$		Kelvin (stupeň Celsia)	K °C	
Hmotnost	m	metrický cent	kilogram (tuna)	kg t	$1 \text{ kg} = 10^{-2} \text{ q}$
Síla tíha	F G	kilopond pond	newton	N	$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp}$

Tlak	p	kilopond na centimetr čtverečný; atmosféra; atmosféra technická; mm vodního sloupce; mm rtuťového sloupce; torr; bar	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ kp cm}^{-2}$ $= 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ at}$ $= 0,102 \text{ mm H}_2\text{O}$ $= 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm Hg}$ $= 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ torr}$ $= 10^{-5} \text{ bar}$
Výkon	P	kůň	watt kilowatt	W kW	$1 \text{ W} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ k}$
Teplo	Q	kalorie	joule	J	$1 \text{ J} = 0,239 \text{ cal}$ $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$
Vnitřní energie	U	kalorie	joule		
Entalpie	H, I	kalorie	joule		
Termochemické reakce					
Viskozita (dynamická)	η, μ	centipoise	newtonsekunda na metr čtverečný	N s m^{-2}	$1 \text{ N s m}^{-2} = 10^3 \text{ cP}$
Kinematická viskozita	ν	centistok	metr čtverečný za sekundu	$\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$	$1 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} = 10^6 \text{ cSt}$
Dávka ionizujícího záření	D	rad	joule na kilogram	J kg^{-1}	$1 \text{ J kg}^{-1} = 10^2 \text{ rad}$
Expozice	X	rentgen	coulomb na kilogram	C kg^{-1}	$1 \text{ C kg}^{-1} = 3,876 \cdot 10^3 \text{ R}$

děné pojmenování megatuna, ale jen teragram.

Velkou předností nové měrové soustavy je i její koherentnost, která odstraňuje ze všech základních fyzikálně-technických vzorců různé číselné součinitele.

Dosazují-li se do vzorků veličiny v koherentních jednotkách, vychází výpočet rovněž v těchto jednotkách SI. A to je jistě také jeden z důvodů, pro který najde ve vědecko-technické práci nová měrová soustava své rychlé uplatnění.

Ing. Stanislav Haš, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

NOVÉ ZPUSOBY SKLIZNĚ SENA V ZAHRANIČÍ

Ve Spojených státech, Austrálii, některých státech západní Evropy a v dalších zemích s vyspělou živočišnou výrobou zaujímají píce při chovu skotu jedno z předních míst. Každým rokem se zvyšuje výroba travní moučky v briketách a granulích; v některých zemích se tyto druhy krmiv staly dokonce předmětem exportu (Francie a NSR). Píce se zpracovávají na siláž nebo se senážují. Silážují se v pořezaném stavu nebo v balících malých rozměrů.

Tyto trendy ve výrobě krmiv z pícnin jsou určeny tím, že v podmínkách s vlhkým klimatem představuje sklizeň sena na poli nejistý průběh prací při velkých ztrátách živin, nerovnoměrnosti sušení a značné ztráty při skladování. Přes všechny tyto nevýhody se však seno dosud na velkých plochách suší.

Ve Švýcarsku zjistili, že v prvním období sušení na poli se vlhkost sena sníží z 80 % na 45 %. Proces vypařování probíhá poměrně rychle a mechanické ošetřování (obracení a shrnování) nezpůsobuje ztráty. V druhém období sušení se vlhkost snižuje ze 45 % na 20 %. Množství odpařených vlhkostí se snižuje pětikrát až šestkrát ve srovnání s první etapou a sušení probíhá při vlhkosti okolního vzduchu do 85 % a nejnižší teplotě 15 °C. Mechanické ošetřování, které urychluje sklizeň, vede k částečným ztrátám lístků a snižuje obsah živin. Ve třetím období při snižování vlhkosti do 14 až 15 % je nutné, aby byla teplota vzduchu vyšší než 20 °C a vlhkost nižší než 60 %. Je-li pícnina posečena ráno, může být ke konci dne vlhkost snížena na 70 až 50 % v závislosti na teplotě a vlhkosti vzduchu.

Příkladem téměř bezztrátové sklizně sena na poli je technologie používaná v jižních oblastech NSR, které mají klimatické podmínky charakteristické pro většinu zemí západní Evropy. Píce se sklízí klasickými žacími stroji, protože podle mínění odborníků v NSR používání rotačních žacích strojů a mačkačů píce vede k nadměrným ztrátám. Seno se obrací bočními obraběči až třikrát, hned po posečení, do vlhkosti 45 až 60 %. Potom se stejnými stroji shrnuje na řádky, sběracími vozy sbírá a odváží do skladovacích míst, nejčastěji do provětrávaných skladů. Sklady mají pneumatické a mechanické zařízení na plnění a rovnoměrné vrstvení sena a mechanismy k vyprazdňování.

Proces sušení sena na poli podrobně zkoumali australské specialisté. Jejich výzkumy jsou založeny na poznatku, že

množství vody, které se musí ze sena před lisováním odstranit, závisí na druhu pícnin a podmínkách pěstování. Např. při větším množství jetele v lučním porostu je poměr vody k sušině 4 : 1, při květu v plné zralosti se tento poměr může snížit na 3 : 1 a v období zavadání na 2 : 1. Při získávání sena z mladé trávy o vysokém obsahu živin se musí odstranit 25 tun vody z hmoty z jednoho hektaru, aby se dosáhlo konečné vlhkosti 20 % (při výnosu 8 t ha⁻¹). Podobně jako ve Švýcarsku rozdělili proces sušení na poli do tří etap, ale s jiným rozsahem vlhkosti: a) po posečení do vlhkosti 60 %, b) od 60 do 30 %, c) od 30 do 15 % vlhkosti. První období probíhá velmi rychle a vlhkost se snadno odstraňuje z povrchových buněk rostlin. Mechanické ošetřování (obracení a shrnování) ihned po posečení značně urychluje počáteční rychlost sušení. V tomto období nedochází k ztrátám odrolem (vlivem úderů pracovních orgánů stroje). V průběhu druhé etapy se obsah vlhkosti snižuje vlivem přesunu vlhkosti z vnitřních buněk rostlin směrem k povrchu. Sušení v tomto období napomáhá sluneční radiace a možnost volné cirkulace vzduchu v řádku. Řádek se musí obracet, aby se dosáhlo rovnoměrného sušení. Bude-li mít seno vlhkost nižší než 40 %, dojde ke ztrátám odrolem lístků. Ve třetí etapě sušení (snížení vlhkosti z 30 % na 15 %) závisí rychlost sušení obzvláště na atmosférických podmínkách a vlhkosti půdy. V závislosti na reálních podmínkách sušení se musí rozhodnout, zda prodloužit proces sušení na poli, nebo se vystavit nebezpečí ztrát odrolem, způsobeným další manipulací se senem.

Nejvyšší ztráty živin v pokosech způ-

sobuje déšť a rosa. Ztráty živin v senu na řádkách jsou nižší než u sena na pokosu. Po dešti má seno zpravidla 70% vlhkost bez ohledu na to, jakou mělo vlhkost na začátku deště. Rychlost sušení je po dešti dvakrát vyšší u sena o 40% vlhkosti před deštěm než u sena o 60% vlhkosti. Ztráty živin způsobené deštěm jsou vyšší u suššího sena. Nejvyšší jsou u sena mačkaného a usušeného na konečnou vlhkost (15 %).

V britské zemědělské stanici NIAE porovnávali rychlost sušení sena sklizeného cepovými žacími stroji a stroji s řeznými pracovními orgány. Výzkumy ukázaly, že rychlost sušení sena posečeného rotačními žacími stroji vzrůstá ve srovnání s rychlostí sušení hmoty posečené žacími stroji s klasickými pracovními orgány až o 70–75 %. Zjistilo se např., že při pokusném sušení sena posečeného rotačními žacími stroji je o 50 % menší energetická potřeba než při sušení sena posečeného klasickými žacími stroji.

Existuje několik způsobů dehydratace rostlin používaných při přípravě pícnin. Patří k nim mechanické ošetření (mačkání), tepelné (ošetření horkým vzduchem) a chemické (postřik chemickými prostředky). Tyto způsoby se používají po posečení. Před posečením se dále používá tepelné (horkou párou) a chemické ošetření (postřik chemickými prostředky).

Při posledním způsobu zkoušeném v NSR zůstal obsah živin v pícnině téměř nezměněn vůči obsahu v zelené hmotě. Největší efekt dává desikace při sklizni pícnin na siláž a senáž, protože dehydratovaná hmota se ihned konzervuje bez mezioperací spojených s pracovními náklady a spotřebou energie při částečných ztrátách živin. Na zrychlení sušení má velký vliv čechráním posečené hmoty. Vlhkost neošetřených pícnin na pokosu je značně nerovnoměrná. Při vlhkosti vrchní vrstvy 25 % je ve spodních vrstvách vlhkost až 70 %.

V zemích jako je V. Británie, kde meteorologické podmínky nedovolují usušení do potřebné vlhkosti, se nejvíce rozšířilo lisování sena z řádků. Seno o vlhkosti 40 % se lisuje a balíky se dosouší studeným nebo ohřátým vzduchem.

Na univerzitě v Minnesotě (USA) byla opracována technologie lisování sena do balíků o objemu 0,03 m³ a vlhkosti 30 až 40 % s následným dosoušením ve vsádkových sušárnách. Podle kvality sena, nákladů na sušení a pracovních nákladů se tato technologie zdá perspektivní.

I když se převážně používá pravoúhlý tvar balíků, vrátili se ve Spojených státech ke svinovacímu způsobu a vytvářejí válcové balíky. Zkoumá se balíkovací lis na balíky o hmotnosti 1,8 tuny, průměru 0,9 až 1,8 m a délky 2,1 m. Ve Spojených státech a v Kanadě se rozšiřuje sklizeň sena při použití sběracích stohovacích zařízení různé velikosti. Tato technologie je méně nákladná ve srovnání s lisováním sena do balíků nebo briketováním. Lze sklízet seno o vlhkosti 25 až 35 %, což je odborníky považováno za velkou přednost. Sběrací nakladač představuje vůz s podlahovým dopravníkem, v jehož přední části je sběrací zařízení a řezací mechanismus. Korba vozu je shora uzavřena sférickou střechou, která zároveň slouží k lisování stohovaného sena (je ovládána hydraulicky). Po zaplnění vozu se seno střechou slisuje, zadní stěna se odklopí, hydraulickým válcem se nakloní podlaha a stoh se vypustí na zem. Vzhledem k sférickému povrchu stoh nepropouští dešťové srážky. Při dlouhodobém skladování se slehává např. po šesti měsících z 2,5 m na 1,8 m.

Z uvedeného výběru technologií sklizně sena je vidět, že se při sklizni musí brát v úvahu meteorologické podmínky, biologické vlastnosti pícnin, optimální doba sušení, rozložení pracovních operací během dne a možnost chemického ošetření před posečením nebo po něm, nebo při ukládání do skladu.

Ing. Milan Štastný
ÚVTI Praha

Rukopis odevzdán k tisku 7. 6. 1973 – Podepsáno k tisku 12. 10. 1973

Haš S.: Měření a měřicí metody v zemědělské technice	451
Mládek J.: Stanovení vlhkosti sypkých materiálů mikrovlnnou metodou	453
Petřík V.: Měření vibrace zemědělských a lesnických strojů	459
Kubeš P.: Termoanemometrie — moderní metoda měření rychlosti proudících tekutin a jejich fluktuací	465
Million J.: Měření a registrace časových průběhů fyzikálních veličin v zemědělském výzkumu	471
Šír V.: Měřicí metody a zařízení používané na mechanizační fakultě Vysoké školy zemědělské v Praze při výzkumných pracích	479
Karásek J.: Měřicí metody z oblasti strojů používaných v horských a podhorských oblastech	493
Brzkovský K.: Měření a měřicí metody v zemědělské technice	503
Souček Z.: Měření mechanických veličin na zemědělských strojích	513

СОДЕРЖАНИЕ

Младек Й.: Определение влажности сыпучих материалов микроволновым методом (457). — Петришк В.: Измерение вибрации сельскохозяйственных и лесных машин (463). — Кубеш П.: Термоанемометрия — современный метод измерения скорости проточных жидкостей и их флуктуации (469). — Миллион Й.: Измерение и регистрация кривых изменения физических величин во времени в сельском хозяйстве (477). — Шир В.: Методы измерения и приспособления, применяемые на факультете механизации Сельскохозяйственного института в Праге во время исследовательских работ (490). — Карасек Й.: Некоторые методы измерения, применяемые на кафедре сельскохозяйственной техники производственно-экономического факультета в Ческе Будейовице (500). — Брzkовски К.: Измерения и измерительные методы в сельскохозяйственной технике (511). — Соучек З.: Измерение механических величин сельхозмашин (520).

CONTENT

Mládek J.: The Determination of the Moisture Content of Loose Materials by the Micro-Wave Method (457). — Petřík V.: Vibration Measurement in Farm and Forest Machines (464). — Kubeš P.: Thermoanemometry — a Modern Method of the Speed Measurement of Flowing Liquids and their Fluctuations (469). — Million J.: The Measurement and Registration of the Time Courses of Physical Values in Agricultural Research (478). — Šír V.: Measuring Methods and Equipments Used by the Faculty of Mechanization of the University of Agriculture, Prague, in Research Work (490). — Karásek J.: Some Measuring Methods Used by the Department of Farm Engineering of the Faculty of Economics and Management in České Budějovice (501). — Brzkovský K.: Measuring and Measuring Methods in Farm Technique (511). — Souček Z.: Measuring of Mechanical Quantities on Farm Machinery (520).

INHALT

Mládek J.: Bestimmung der Feuchtigkeit von Schüttgütern mittels Mikrowellenmethod (457). — Petřík V.: Schwingungsmessung von Land- und Fortsmaschinen (464). — Kubeš P.: Thermoanemometrie — moderne Meßmethode für die Geschwindigkeit von strömenden Flüssigkeit und deren Schwankungen (469). — Million J.: Messung und Registrierung der Zeitverläufe von physikalischen Größen in der landwirtschaftliche Forschung (478). — Šír V.: Meßmethoden und -anlagen, die an der Mechanisierungsfakultät der Landwirtschaftlichen Hochschule in Prag während der Forschungsarbeit angewandt werden (491). — Karásek J.: Einige Meßmethoden, die am Lehrstuhl der Landtechnik der betriebswirtschaftlichen Fakultät in České Budějovice angewandt werden (501). — Brzkovský K.: Messung und Meßmethoden in der Landtechnik (511). — Souček Z.: Messung der mechanischen Größen auf Landmaschinen (520).

TABLE DES MATIÈRES

Mládek J.: Détermination de l'humidité des matériaux meubles en appliquant la méthode à très hautes fréquences (458). — Petřík V.: Mesure des vibrations des machines agricoles et forestières (Res. An, Al/464). — Kubeš P.: Thermoanémométrie — méthode moderne de mesure des vitesses des liquides courants et de leurs fluctuations (470). — Million J.: Mesures et enregistrement des allures temporelles des grandeurs physiques dans la recherche agricole (Res. An, Al/478). — Šír V.: Méthodes et dispositifs de mesure utilisés pour les travaux de recherche à la faculté de mécanisation de la Haute école d'agriculture à Prague (492). — Karásek J.: Quelques méthodes de mesure utilisées à la chaire de la technique agricole de la Haute école d'agriculture à České Budějovice (Res. An, Al/501). — Brzkovský K.: Mesures et méthodes de mesure dans la technique agricole (512). — Souček Z.: Mesure des grandeurs mécaniques sur les machines agricoles (Res. An, Al/520).

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