

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

NÁRODNÍ KNIHOVNA



1001732374

1

ROČNÍK 21 (XLVIII)

PRAHA

LEDEN 1975

CENA 10 Kčs

CS ISSN 0044-3883

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, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1975

■
Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů 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 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 von Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Prag 2, Slezská 7.

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

Z. Souček

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

SOUČEK Z. *Model pojezdu samochodného sklízeče píce.* Zem. technika 21 (1) : 1-19, 1975.

V práci jsou uvedeny výsledky řešení prostorového modelu pojezdu samochodného zemědělského stroje po nerovném povrchu. Řešení na konkrétním případě má ukázat metodiku postupu a umožnit vyzkoušení funkce modelu a hodnocení metody na základě srovnání s reálným strojem. Podrobně je uvedena technická specifikace řešení; jsou rozebrány zavedené předpoklady a zjednodušení a naznačeny cesty k dalšímu zdokonalení modelu. Nejdůležitějším výsledkem řešení je ověření funkce prostorového modelu. Použití prostorového modelu je rozhodujícím předpokladem k reálnému zavedení budících účinků. Ze zkoušek vyplynulo, že řešení úloh s navrženým modelem je zcela stabilní a z hlediska možných požadavků výhodné. V mezích daných zjednodušením splňuje model všechny funkce, které byly zahrnuty do matematické formulace. Jednoduchým způsobem jsme také srovnali výsledky získané na matematickém modelu s měřením na reálném modelu. Z porovnání experimentálních a teoretických výsledků plyne, že za daných podmínek průběhy reakcí na kola a zrychlení zhruba souhlasí. Dá se usoudit, že základní fyzikální jev probíhající na modelu a na reálném sklízeči má kvalitativně stejný původ. Některé kvantitativní odchylky jsou vysvětleny modelováním; analogové počítače; samochodné zemědělské stroje

Práce obsahuje řešení pojezdu samochodného zemědělského stroje po nerovném povrchu. Kromě teoretického zpracování je uvedeno také řešení na počítači MEDA 40TA a 40TB.

K řešení se ve VÚZS přistoupilo pro jeho důležitost z několika hledisek. Z experimentálních podkladů dříve získaných ve VÚZS vyplývá, že zemědělské stroje musí být převážně dimenzovány na dynamické síly působené pojezdem. Přitom tyto dynamické účinky jsou funkcí nejen nerovností povrchu, ale i dynamických vlastností konstrukce, které je možno ovlivnit parametry konstrukce (hmotami částí stroje, tuhostí nosných a pojezdových prvků a geometrickým uspořádáním). Je snaha získat podklady (pro pevnostní výpočty konstrukce) na matematickém modelu ještě před výrobou funkčního modelu, tedy v období návrhu, a dosáhnout určité optimalizace. Toto hledisko má význam zvláště v souvislosti se zaváděním pevnostních výpočtů rámu zemědělských strojů na číslicovém počítači.

Kromě tohoto základního významu je řešení pojezdu na modelech důležité také jako prostředek ke zlepšování funkčních vlastností strojů. Správná funkce pracovních orgánů je značně závislá na schopnosti sledovat povrchové nerovnosti pole a přejíždět tyto nerovnosti bez nepříznivých vibrací a pohybu (velkých amplitud) nosných částí. Řešení těchto otázek značně souvisí také se snahami po zlepšení pracovního prostředí obsluhy stroje.

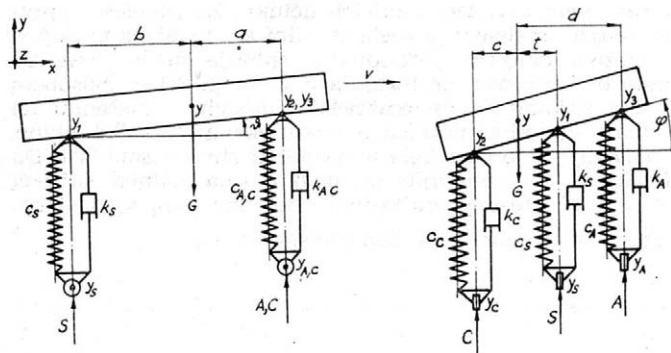
Všechny tyto problémy nabývají na významu zvláště v souvislosti s řešením nových samojízdných strojů pro zvýšené pracovní rychlosti a výkony.

Cílem úkolu, jehož výsledky uvádí tato práce, bylo vypracovat teoretické podklady řešení, formulaci vlastního modelu a řešení na počítači. Byl řešen prostorový model na rozdíl od dřívější práce (Novák, 1968), zabývající se rovinným modelem. Práce je spíše metodikou postupu, než zkoumáním konkrétního případu, i když je řešení ukázáno na konkrétním případě.

TECHNICKÁ SPECIFIKACE ŘEŠENÍ

Je navržen model samojízdného sklízče píce při pojezdu po nerovném povrchu.

Z hlediska matematické formulace je důležitý předpokládaný počet stupňů volnosti. Počet stupňů volnosti mechanického systému se rovná počtu nezávislých souřadnic, určujících jednoznačnou polohu všech součástí systému. Rovná se tedy počtu nezávislých přemístění, resp. pohybů, které může systém vykonávat. U řešeného modelu jsou uvažovány tři stupně volnosti (obr. 1). Je respektován jednak vertikální pohyb těžiště, natáčení



1. Náhradní schéma modelu sklízče píce

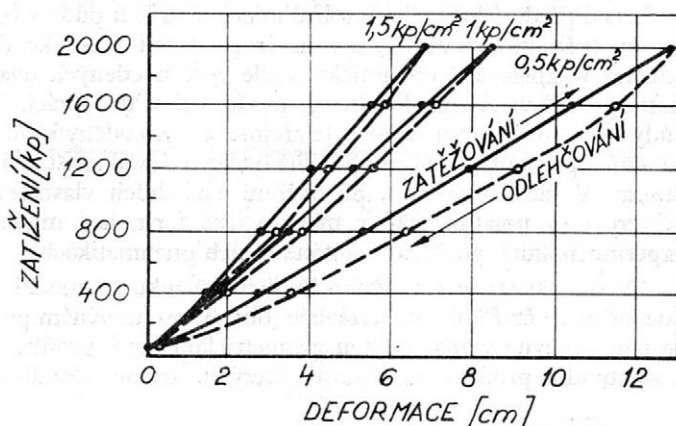
kolem vodorovné příčné osy (kolmé na směr jízdy) procházející těžištěm (tedy natáčení ve svislé podélné rovině) a natáčení kolem podélné osy procházející těžištěm (natáčení ve svislé rovině kolmé na směr jízdy). Zanedbávají se tedy síly v podélném a příčném směru a síly plynoucí z natáčení kolem svislé osy. Zvolený počet stupňů volnosti nebyl omezen možnostmi formálního matematického zpracování ani kapacitou počítače, ale hlavně momentální nedostupností podkladů o některých parametrech stroje (např. tuhostmi v příslušných směrech) i obtížností věrohodného zavedení dalších budících účinků.

Rám i nápravy samochodu mají být dokonale tuhé v porovnání s tuhostí pneumatik. Tedy jediným pružným prvkem jsou pneumatiky. Pneumatiky jsou nahrazeny lineárními pružinami s paralelním viskózním tlumičem. Tlumičí síly mají být úměrné rychlosti deformace pružiny, tj. rozdílu rychlostí obou konců pružiny. Pouze při použití jednorázové sinusové půlvlny se pro zjednodušení uvažovaly tlumičí síly úměrné rychlosti horního

konce pružiny. Předpokládá se, že tuhost pneumatik se nemění s tvarem nerovnosti. Uvažuje se tuhost pneumatik zjištěná statickým způsobem na rovném tuhém povrchu. Rovněž tlumení se předpokládá nezávislé na tvaru nerovností a kvalitě povrchu. Některé z těchto předpokladů neodpovídají plně skutečnosti. Nejsou však zatím dostatečné podklady k dokonalejšímu vystižení těchto jevů.

Základní otázkou je splnění předpokladu linearit deformace charakteristiky pneumatik. Podle podkladů uváděných v literatuře se zdá, že tento předpoklad je poměrně dobře splněn. Tak např. Wendeborn (1968) a Söhne (1969) uvádějí řadu výsledků celkem potvrzujících předpoklad linearit charakteristiky traktorových pneumatik (obr. 2). Typická je hystereze plynoucí z odlišného průběhu křivky získané při rostoucím

2. Deformační charakteristika pneumatiky 11-28AS (Wendeborn 1968)

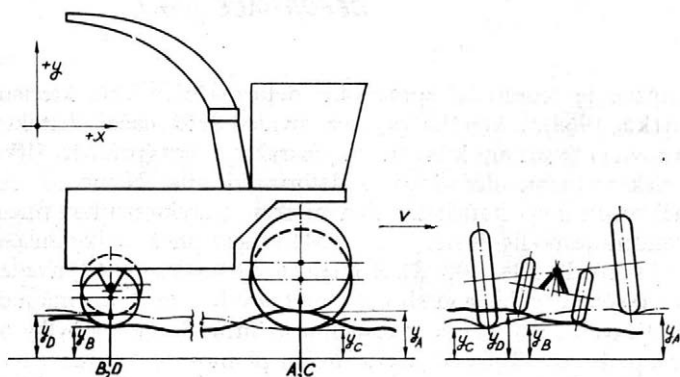


a klesajícím zatížení. Zajímavé je teoretické zpracování deformačních charakteristik pneumatik (Šprinc, Sobotka, 1968), z kterého vyplývá rovnice deformační charakteristiky pneumatiky. V této rovnici vystupují konstrukční charakteristiky (průměr, šířka, konstrukční provedení) a tlak vzduchu, deformace a deformační síla. Navíc rovnice vysvětluje (alespoň částečně) rozdíl mezi statickou a dynamickou charakteristikou pneumatiky (při dynamickém zatížení je podle Raneyho (1961) tuhost pneumatiky značně vyšší než při statickém; zjistil se rozdíl 40 až 100 %). Šprinc a Sobotka (1968) uvádějí také výsledky měření, které dokazují výbornou shodu teoretických a experimentálních charakteristik (staticky zjišťovaných). Rovnice je v principu nelineární, ale odchylky od přímkových závislostí nejsou podstatné. Bylo by účelné ověřit platnost této rovnice také pro zemědělské pneumatiky. Principiální výhodou takové rovnice je to, že umožňuje přepočít charakteristiky určitého typu pneumatiky na odlišné parametry. U automobilních pneumatik (Rasmussen, Cortese, 1968) se na rozdíl v tuhosti pneumatiky zjištěné statickým a dynamickým způsobem při odvalování podílejí i dynamické síly plynoucí z pohybu hmotných částí pneumatik. Je zřejmé, že tyto vlivy mají menší význam u zemědělských pneumatik, kde je nízká pojízdná rychlost. Podle Apetauera (1957) je předpoklad o lineární charakteristice pneumatiky zcela vyhovující na rovném povrchu. Tuhost se však velmi mění s tvarem povrchu. Při nájezdu na vypuklou nerovnost tuhost klesá a na prohlubni naopak stoupá. Podle tohoto rozboru je tuhost pneumatiky funkcí nerovnosti vozovky.

Zvlášť málo prozkoumaný je tlumicí účinek pneumatiky. Závisí na tvaru povrchu, na jeho součiniteli tření, huštění a stlačení pneumatiky. Předpoklad klasického viskózního tlumení lze považovat za první přiblížení ke skutečnosti.

V této práci se zanedbává vliv pružných a plastických deformací povrchu vozovky, resp. se v principu zahrnuje do deformace pneumatik. Rovněž tlumicí vlastnosti deformovaného povrchu jsou zde zanedbány a zahrnují se do tlumicího účinku pneumatik. Je zřejmé, že tento předpoklad se blíží skutečnosti pouze u tuhých povrchů. Deformaci pneumatik na poddajné půdě se zabývá Sitkei (1969). V článku jsou uvedeny výsledky měření v půdním kanálu. Je uvedena rovnice, která udává závislost maximálního stlačení, zatížení, zatlačení do půdy a konstrukčních parametrů pneumatiky. V souvislosti s deformací půdy se poukazuje na známý Saakjanův vzorec (Saakjan, 1953 a další práce tohoto autora) udávající závislost měrného tlaku p vyvozovaného plochou destičkou a deformace půdy z ve tvaru mocninové závislosti $p = \text{konst } z^n$. Experimentální podklady o deformacích vlastnostech půdy byly získány ve VÚZS již v r. 1956 (Souček 1961) v souvislosti s výzkumem valivého odporu kol s tuhou obručí. Z těchto prací plyne, že odchylka od předpokládaného lineárního průběhu je u půdy v opačném smyslu než u pneumatiky (přitom ovšem u půdy navíc převažují plastické deformace). Charakteristiky pneumatik zjišťované dynamicky podle výše uvedených úvah udávají vyšší tuhost než staticky zjišťované charakteristiky, uvažované v této práci. Naopak vlivem poddajnosti půdy se celková tuhost snižuje. Je zřejmé, že tyto odchylky se alespoň co do smyslu kompenzují a předpokládaná jednoduchá lineární charakteristika je určitým hrubým kompromisem. V dalších pracích, po ověření základních vlastností modelu, by bylo možné některé jevy uplatnit také v matematické formulaci modelu (po zjištění příslušných experimentálních podkladů na konkrétních pneumatikách).

V souvislosti se zaváděním budičského účinku na model odpovídající pojezdu stroje, kde každé ze čtyř kol jede nezávisle (obr. 3) po nerovném povrchu, je třeba si uvědomit, že není správné využít věrnou geometrickou kopii profilu nerovností. Je třeba počítat s efektivním profilem nerovností, který je určitou ekvidistantou skutečného povrchu.



3. Schéma profilu nerovností při pojezdu modelovaného sklizeče píce

Tento efektivní profil by měl alespoň částečně respektovat geometrické rozměry pneumatiky. Ke zjištění takového efektivního profilu by bylo možné použít např. dráhu středu pokusné pneumatiky s menším konstantním zatížením. Tento způsob vyloučí drobné nerovnosti povrchu, které se při pojezdu neuplatní, a zaoblí náhle změny tvaru povrchu. Takový způsob zjišťování experimentálních podkladů nebyl v rámci této práce uplatněn. Předpokládá se jeho použití v budoucích etapách řešení. V této etapě se aplikovalo pouze umělé buzení modelu (na kola) s harmonickým průběhem a s jednorázovou sinusovou půlvlnou.

V rámci řešení uvedeného v této práci je modelován také odskok jednotlivých kol po dobu, kdy by vznikala záporná reakce na podložku. Předpokládá se, že reakce na kola procházejí vždy středem kola a mají pouze svislou složku. Zanedbává se vliv odporu

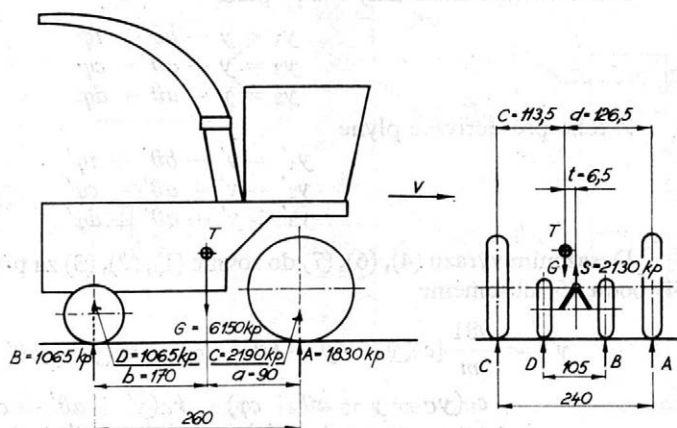
proti pojezdu na kmitání rámu. Dále se zanedbává vliv sklonu stroje působeného přejezdem nerovností a deformacemi pneumatik na sklon vertikálních reakcí a na změnu polohy těchto reakcí vůči základní klidové poloze.

Model je řešen pro parametry sklízče SPS-360 v transportní úpravě, tedy bez žacího stolu. Některé z konkrétních parametrů sklízče bylo nutné stanovit na základě přibližných výpočtů, neboť v době návrhu modelu nebyl sklízč ještě vyroben. Jde zejména o tyto údaje: hmotnost stroje, souřadnice těžiště, momenty setrvačnosti stroje. Tuhost pneumatik při základní úpravě se počítala podle přibližného měření deformace pneumatik sklízče SPS-300 při statickém zatížení. Hodnoty součinitelů tlumení byly použity z dílčích výsledků uváděných v literatuře pro traktorové pneumatiky. Dodatečně se zjistily výstižnější hodnoty zkusmo srovnáním výsledků řešení na počítači a tenzometrického měření se sklízčem SPS-300. Souhrnně jsou parametry základní úpravy uvedeny v tab. I. a na obr. 4.

I. Parametry základní úpravy (obr. 2)

Hmotnost	$m = 6150 \text{ kg}$
Momenty setrvačnosti	$J_x = 4700 \cdot 10^4 \text{ kg cm}^2$ $J_z = 9200 \cdot 10^4 \text{ kg cm}^2$
Poloha těžiště	$a = 90 \text{ cm}$ $b = 170 \text{ cm}$ $c = 113,5 \text{ cm}$ $d = 126,5 \text{ cm}$ $t = 6,5 \text{ cm}$
Tuhosti pneumatik	$c_A = 608 \text{ kp/cm}$ $c_C = 608 \text{ kp/cm}$ $c_S = 1505 \text{ kp/cm}$
Tlumení pneumatik	$k_A = 7,5 \text{ kp s/cm}$ $k_C = 7,5 \text{ kp s/cm}$ $k_S = 10 \text{ kp s/cm}$

4. Rozložení tíhy a geometrické rozměry (pro základní úpravu sklízče) důležité pro model sklízče píce



Rovnice rovnováhy svislých sil působících na model na obr. 4 ve svislé podélné rovině (Thomson, 1956)

$$\frac{m}{981} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} = S + C + A - G \quad (1)$$

Momentová rovnice sil působících ve svislé podélné rovině (k těžišti)

$$\frac{J_z}{981} \cdot \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} = -Sb + Ca + Aa \quad (2)$$

Momentová rovnice sil působících ve svislé příčné rovině (k těžišti)

$$\frac{J_x}{981} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = St - Cc + Ad \quad (3)$$

V těchto rovnicích jsou voleny kladné smysly sil vzhůru. Rovněž kladné posuvy, rychlosti a zrychlení jsou vzhůru. Kladná natočení ϑ a φ včetně úhlových rychlostí a zrychlení souhlasí s natočením vyznačeným na obr. 4. Je zřejmé, že kladné, tj. tlakové reakce S (v čepu vahadla zadních kol; $S/2 = B = D$), A , C lze nahradit těmito výrazy (je uvažován takový stav, při kterém kladný posuv dolního bodu pružiny je větší a jeho kladná rychlost menší než u horního bodu):

$$\begin{aligned} S_f &= c_s(y_s - y_1) - k_s(y_1' - y_s') \\ A_f &= c_a(y_a - y_3) - k_a(y_3' - y_a') \\ C_f &= c_c(y_c - y_2) - k_c(y_2' - y_c') \end{aligned} \quad (4)$$

Rovnice (4) umožňují výpočet hodnot, které jsou označeny jako fiktivní reakce, neboť mohou vést na záporné hodnoty, což odporuje skutečnosti. Reakce mohou být pouze kladné, jinak dojde k přerušení styku kola s podložkou. Je proto třeba doplnit následující podmínky:

$$\begin{aligned} \text{jestliže } S_f \leq 0, \text{ pak } S &= 0 \text{ a jestliže } S_f > 0, \text{ pak } S = S_f, \\ \text{jestliže } A_f \leq 0, \text{ pak } A &= 0 \text{ a jestliže } A_f > 0, \text{ pak } A = A_f, \\ \text{jestliže } C_f \leq 0, \text{ pak } C &= 0 \text{ a jestliže } C_f > 0, \text{ pak } C = C_f. \end{aligned} \quad (5)$$

Přibližně (pro malé úhly ϑ a φ) platí

$$\begin{aligned} y_1 &= y - b\vartheta + t\varphi \\ y_2 &= y + a\vartheta - c\varphi \\ y_3 &= y + a\vartheta + d\varphi \end{aligned} \quad (6)$$

Z toho pro derivace plyne

$$\begin{aligned} y_1' &= y' - b\vartheta' + t\varphi' \\ y_2' &= y' + a\vartheta' - c\varphi' \\ y_3' &= y' + a\vartheta' + d\varphi' \end{aligned} \quad (7)$$

Dosazením výrazů (4), (6), (7) do rovnic (1), (2), (3) za předpokladu kladných hodnot (4) podle (5) dostaneme

$$\begin{aligned} y'' &= \frac{981}{m} [c_s(y_s - y + b\vartheta - t\varphi) - k_s(y' - b\vartheta' + t\varphi' - y_s') + \\ &\quad + c_c(y_c - y - a\vartheta + c\varphi) - k_c(y' + a\vartheta' - c\varphi' - y_c') + \\ &\quad + c_a(y_a - y - a\vartheta - d\varphi) - k_a(y' + a\vartheta' + d\varphi' - y_a') - G] \end{aligned} \quad (8)$$

$$\vartheta'' = \frac{981}{J_z} [-b c_S(y_S - y + b\vartheta - t\varphi) + b k_S(y' - b\vartheta' + t\varphi' - y_S') + \\ + a c_C(y_C - y - a\vartheta + c\varphi) - a k_C(y' - a\vartheta' - c\varphi' - y_C') + \\ + a c_A(y_A - y - a\vartheta - d\varphi) - a k_A(y' + a\vartheta' + d\varphi' - y_A')] \quad (9)$$

$$\varphi'' = \frac{981}{J_x} [t c_S(y_S - y + b\vartheta - t\varphi) - t k_S(y' - b\vartheta' + t\varphi' - y_S') - \\ - c c_C(y_C - y - a\vartheta + c\varphi) + c k_C(y' + a\vartheta' - c\varphi' - y_C') + \\ + d c_A(y_A - y - a\vartheta - d\varphi) - d k_A(y' + a\vartheta' + d\varphi' - y_A')] \quad (10)$$

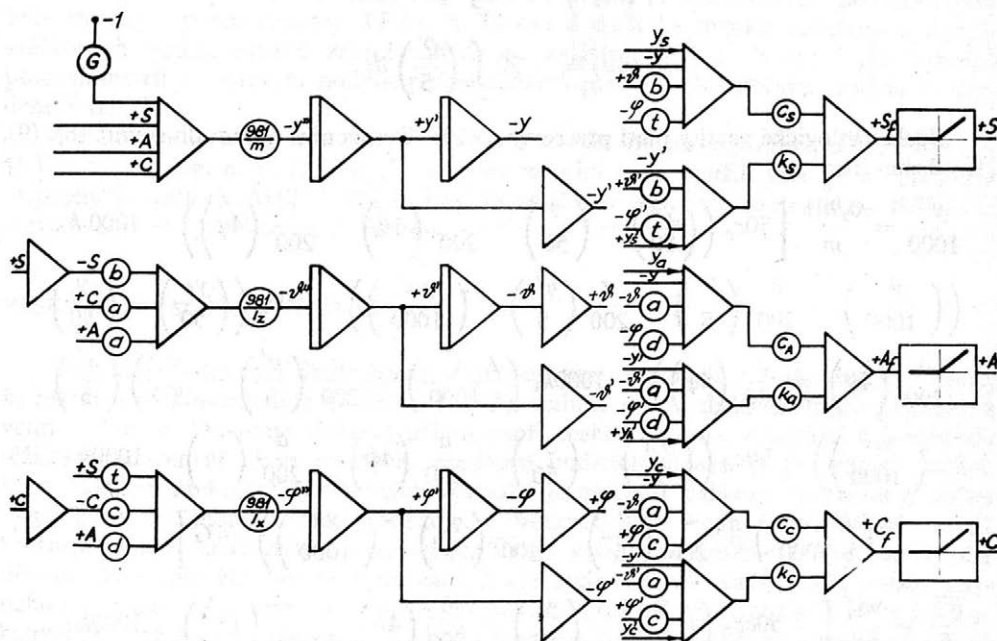
ŘEŠENÍ NA POČÍTACÍ A ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

PŘÍPRAVA ŘEŠENÍ A SESTAVENÍ PROGRAMU

Matematický model sklízecí píce při pojezdu je dán rovnicemi (8), (9), (10) a podmínkami (5). Obecné programové schéma k řešení modelovaného systému na analogovém počítači je na obr. 5. Jedná se o typické použití analogového počítače. Odskok, matematicky vyjádřený podmínkami (5), je modelován komparačním zesilovačem, kterým se propouští napětí odpovídající reakcím pouze tehdy, je-li reakce kladná.

K amplitudové transformaci proměnných se použila metoda normalizace (Valenta a kol., 1966). Princip této metody spočívá v tom, že místo původních proměnných z se zavádějí normalizované proměnné

$$z_n = \frac{z}{N_z}$$



5. Obecné programové schéma k řešení modelu sklízecí píce (podle obr. 1) na analogovém počítači

Přitom musí platit, že zvolená norma $N_z \geq \max |z|$.

Pro jednotlivé proměnné, vystupující v řešení úlože, se s ohledem na jejich odhadnuté maximální hodnoty zvolily následující normy:

$$\begin{aligned} (y, y_S, y_A, y_C)_{\max} &= 50 & \dots\dots N_y &= 50 \\ (y', y'_S, y'_A, y'_C)_{\max} &= 1000 & \dots\dots N_{y'} &= 1000 \\ (\vartheta, \varphi)_{\max} &= \frac{1}{4} & \dots\dots N_{\vartheta, \varphi} &= \frac{1}{4} \\ (\vartheta', \varphi')_{\max} &= 5 & \dots\dots N_{\vartheta', \varphi'} &= 5 \end{aligned}$$

Časová transformace je dána vztahem

$$T_s = M_t t$$

S ohledem na způsob registrace půdních nerovností, který se předpokládá a který bude použit jako zdroj budícího účinku představujícího profil nerovností půdního povrchu a předpokládané frekvence změn proměnných veličin, se zvolilo měřítko času $M_t = 4$.

S ohledem na normalizaci proměnných v rovnici (8) je třeba v programu respektovat vztahy

$$\begin{aligned} \left(\frac{y'}{1000}\right) &= -\frac{1}{1000} \int y'' dt \\ \left(\frac{y}{50}\right) &= -20 \int \left(\frac{y'}{1000}\right) dt \end{aligned}$$

Obdobně pro rovnici (9)

$$\begin{aligned} \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) &= -\frac{1}{5} \int \vartheta'' dt \\ (4\vartheta) &= -20 \int \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) dt \end{aligned}$$

Zcela analogické vztahy platí pro rovnici (10). Dosazením norem do rovnic (8), (9), (10) dostáváme

$$\begin{aligned} \frac{y''}{1000} &= \frac{0,981}{m} \left[50c_s \left(\left(\frac{y_S}{50}\right) - \left(\frac{y}{50}\right) + \frac{b}{200} (4\vartheta) - \frac{t}{200} (4\varphi) \right) - 1000k_s \cdot \right. \\ &\cdot \left(\left(\frac{y'}{1000}\right) - \frac{b}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) + \frac{t}{200} \left(\frac{\varphi'}{5}\right) - \left(\frac{y'_S}{1000}\right) \right) + 50c_s \left(\left(\frac{y_C}{50}\right) - \left(\frac{y}{50}\right) - \right. \\ &- \frac{a}{200} (4\vartheta) + \frac{c}{200} (4\varphi) \right) - 1000k_C \left(\left(\frac{y'}{1000}\right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) - \frac{c}{200} \left(\frac{\varphi'}{5}\right) - \right. \\ &- \left. \left(\frac{y'_C}{1000}\right) \right) + 50c_A \left(\left(\frac{y_A}{50}\right) - \left(\frac{y}{50}\right) - \frac{a}{200} (4\vartheta) - \frac{d}{200} (4\varphi) - 1000k_A \cdot \right. \\ &\cdot \left. \left(\left(\frac{y'}{1000}\right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) + \frac{d}{200} \left(\frac{\varphi'}{5}\right) - \left(\frac{y'_A}{1000}\right) \right) - G \right] \quad (11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\vartheta''}{5} &= \frac{981}{5f_z} \left[-50bc_s \left(\left(\frac{y_S}{50}\right) - \left(\frac{y}{50}\right) + \frac{b}{200} (4\vartheta) - \frac{t}{200} (4\varphi) \right) + 1000bk_s \cdot \right. \\ &\cdot \left(\left(\frac{y'}{1000}\right) - \frac{b}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5}\right) + \frac{t}{200} \left(\frac{\varphi'}{5}\right) - \left(\frac{y'_S}{1000}\right) \right) + 50ac_C \left(\left(\frac{y_C}{50}\right) - \left(\frac{y}{50}\right) - \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{a}{200} \cdot (4\vartheta) + \frac{c}{200} (4\varphi) - 1000ak_C \left(\left(\frac{y'}{1000} \right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5} \right) - \frac{c}{200} \left(\frac{\varphi'}{5} \right) - \right. \\
& \left. - \left(\frac{y_C'}{1000} \right) + 50ac_A \left(\left(\frac{y_A}{50} \right) - \left(\frac{y}{50} \right) - \frac{a}{200} (4\vartheta) - \frac{d}{200} (4\varphi) \right) - 1000ak_A \cdot \right. \\
& \left. \cdot \left(\left(\frac{y'}{1000} \right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5} \right) + \frac{d}{200} \left(\frac{\varphi'}{5} \right) - \left(\frac{y'}{1000} \right) \right) \right] \quad (12)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\varphi''}{5} = \frac{981}{57x} \left[50tc_S \left(\left(\frac{y_S}{50} \right) - \left(\frac{y}{50} \right) + \frac{b}{200} (4\vartheta) - \frac{t}{200} (4\varphi) \right) - 1000tk_S \cdot \right. \\
& \cdot \left(\left(\frac{y'}{1000} \right) - \frac{b}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5} \right) + \frac{t}{200} \left(\frac{\varphi'}{5} \right) - \left(\frac{y_S'}{1000} \right) - 50cc_C \left(\left(\frac{y_C}{50} \right) - \left(\frac{y}{50} \right) - \right. \\
& \left. - \frac{a}{200} (4\vartheta) + \frac{c}{200} (4\varphi) + 1000ck_C \left(\left(\frac{y'}{1000} \right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5} \right) - \frac{c}{200} \left(\frac{\varphi'}{5} \right) - \right. \\
& \left. - \left(\frac{y_C'}{1000} \right) \right) + 50dc_A \left(\left(\frac{y_A}{50} \right) - \left(\frac{y}{50} \right) - \frac{a}{200} (4\vartheta) - \frac{d}{200} (4\varphi) \right) - 1000dk_A \cdot \\
& \left. \cdot \left(\left(\frac{y'}{1000} \right) + \frac{a}{200} \left(\frac{\vartheta'}{5} \right) + \frac{d}{200} \left(\frac{\varphi'}{5} \right) - \left(\frac{y_A'}{1000} \right) \right) \right] \quad (13)
\end{aligned}$$

Podrobné programové schéma pro řešení rovnic (11), (12), (13) při respektování podmínek (5) je na obr. 6. Je také připojen program pro vytváření harmonické budič funkce (resp. sinusové půlvlny), působící (pro příklad) v bodě S modelu. Označení počítačích prvků je zavedeno tak, že prvky MEDA 40TB (prakticky pouze potenciometry) mají k obvyklému označení připojeno B. Kromě pevného osazení potenciometry byly využity i potenciometry TPA-2 a TPA-3 a další tři dvojice spřažených desetiotáčkových potenciometrů zabudovaných ve zvláštní skřínce. Rovnice pro výpočet potenciometrů a nastavení hodnot potenciometrů pro základní úpravu modelu je uvedeno v tab. II.

Řešení podle programu na obr. 6 se provedlo na analogovém počítači MEDA 40TA, vyrobeném n. p. Aritma. V menším rozsahu jsme použili také prvky paralelně připojeného počítače MEDA 40TB. Průběh veličin se zapisoval zapisovačem BAK 4T, který je rovněž výrobkem n. p. Aritma.

ZÍSKANÉ VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

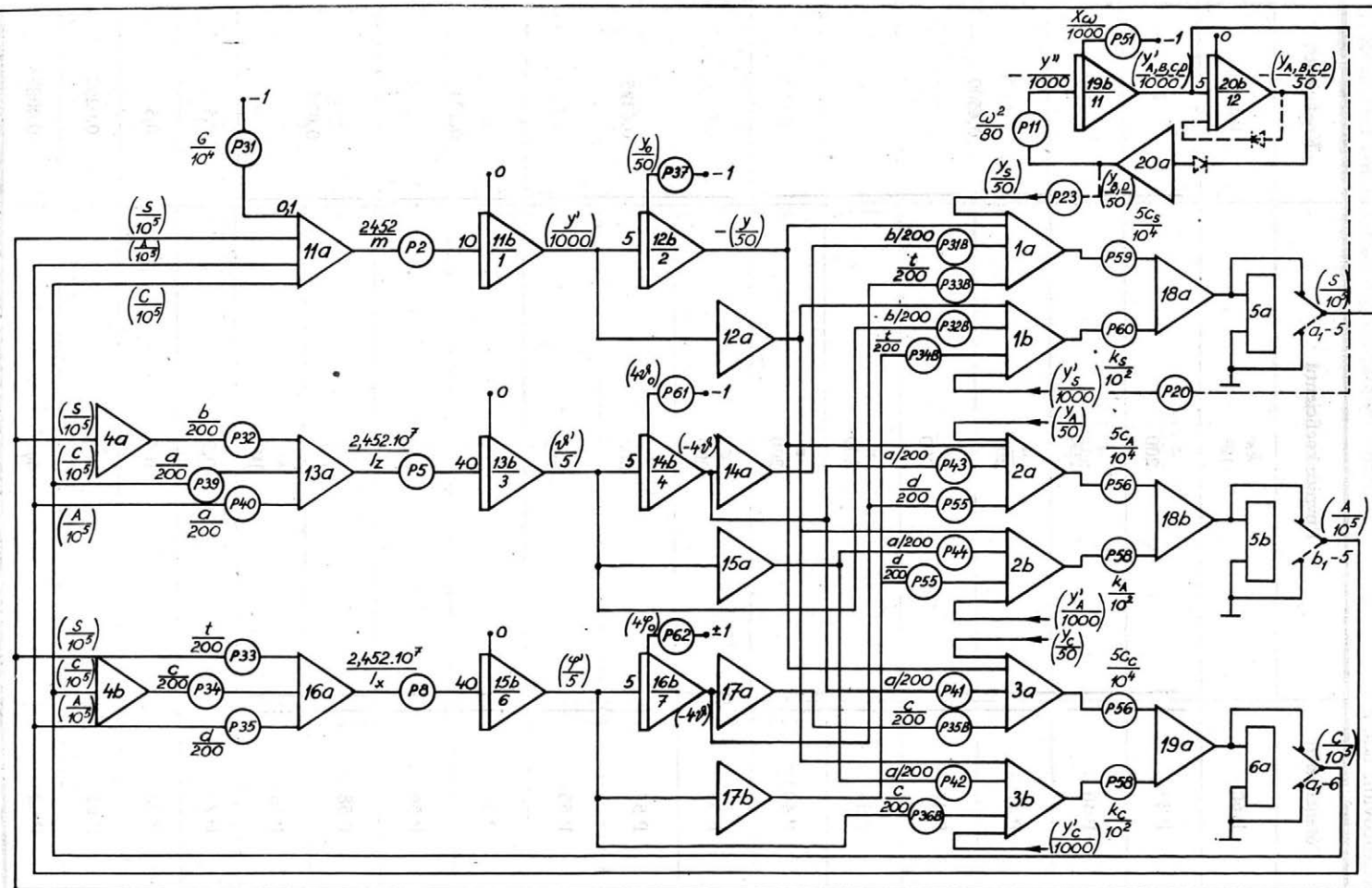
Nejdůležitějším výsledkem řešení je ověření funkce modelu. Ze zkoušek vyplynulo, že řešení úloh s navrženým modelem je zcela stabilní a z hlediska možných požadavků velmi výhodné. Dovoluje získávat přímo např. reakce na kola, zrychlení a amplitudy těžiště i natáčení v obou rovinách. Zadávaní budičích účinků je rovněž vyhovující. Předpokladem prakticky významných výsledků je možnost zadávání obecného průběhu tvaru dráhy, což model rovněž umožňuje. V mezích daných zjednodušení splňuje model všechny funkce, které byly formulovány. Velmi snadno se zjišťuje průběh amplitudy libovolného důležitého bodu stroje (např. bodu žacího stolu). Stačí použít rovnici stejného typu, jaké určují amplitudy y_1, y_2, y_3 (rov. (6)), dosadit příslušné konstanty u ϑ a φ , které určují vzdálenost uvažovaného bodu (souřadnice) od těžiště ve vodorovné rovině a pomocí sumátoru velmi jednoduše získat na výstupu průběh vertikální amplitudy.

Snažili jsme se porovnat chování a výsledky matematického modelu s reálnou konstrukcí na jednoduchém případě. Z těchto důvodů jsme měřili ohybové namáhání (ve

II. Nastavení potenciometrů pro základní úpravu

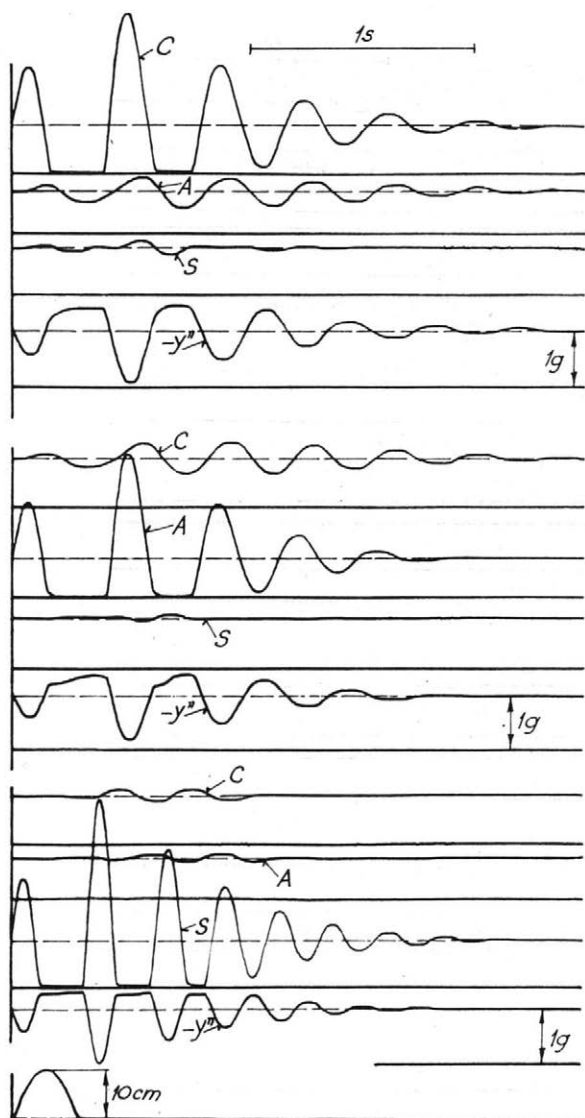
Potenciometr	Rovnice koeficientu	Koeficient
P 2	$\frac{2452}{m}$	0,3987
P 5	$\frac{2,452 \cdot 10^7}{f_z}$	0,2665
P 8	$\frac{2,452 \cdot 10^7}{f_x}$	0,5217
P 11	$\frac{\omega^2}{80}$	0,4935
P 31	$\frac{G}{10^4}$	0,615
P 32	$\frac{b}{200}$	0,85
P 31B	$\frac{b}{200}$	
P 32B	$\frac{b}{200}$	
P 33	$\frac{t}{200}$	0,0325
P 33B	$\frac{t}{200}$	
P 34B	$\frac{t}{200}$	
P 34	$\frac{c}{200}$	0,5675
P 35B	$\frac{c}{200}$	
P 36B	$\frac{c}{200}$	
P 51	$\frac{X\omega}{1000}$	0,06282
P 37	$\frac{y_0}{50}$	0,0535
P 59	$\frac{5c_s}{10^4}$	0,7525

Potenciometr	Rovnice koeficientu	Koeficient
P 60	$\frac{k_S}{10^2}$	0,1
P 39	$\frac{a}{200}$	0,4500
P 40	$\frac{a}{200}$	
P 41	$\frac{a}{200}$	
P 42	$\frac{a}{200}$	
P 43	$\frac{a}{200}$	
P 44	$\frac{a}{200}$	
P 35	$\frac{d}{200}$	0,6325
P 55	$\frac{d}{200}$	
P 55	$\frac{d}{200}$	
P 56	$\frac{5c_A}{10^4}$	0,304
P 56	$\frac{5c_C}{10^4}$	
P 58	$\frac{k_A}{10^2}$	0,075
P 58	$\frac{k_C}{10^2}$	
P 23	0,5	0,5
P 20	0,5	0,5
P 61	$4\theta_o$	0,0292
P 62	$4\varphi_o$	0,00883

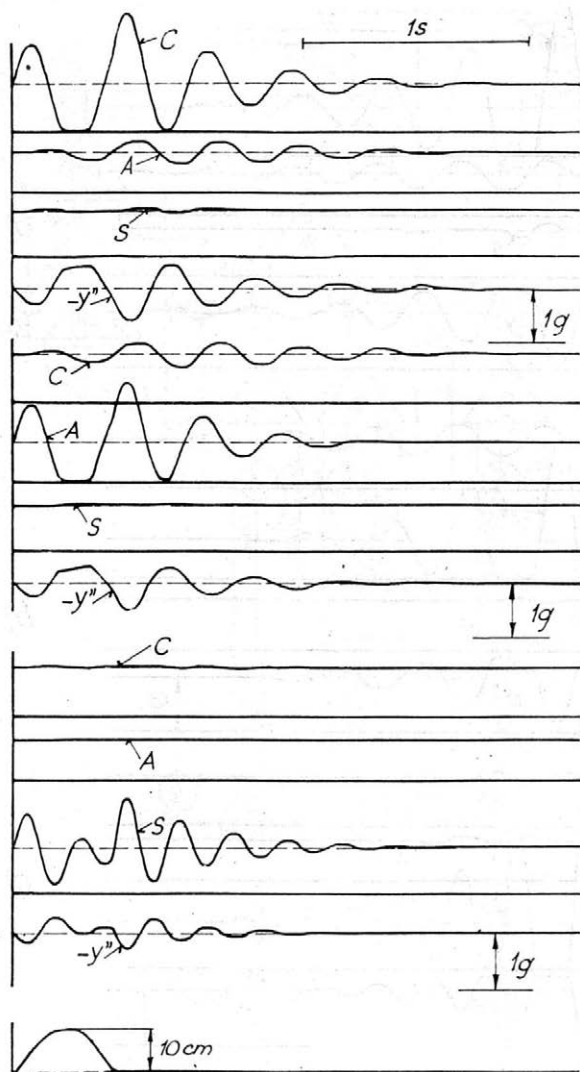


7. Kopie záznamu průběhu veličin C , A , S , y'' , získaného řešením pomocí programu podle obr. 6 pro případ přejezdu překážky ve tvaru výstupku vytvořeného jednorázovou sinusovou půlvlnou se základnou délky 80 cm a výškou 10 cm, rychlostí 9,7 km/h

a) při přejezdu levým předním kolem (kolem s reakcí C); b) při přejezdu pravým předním kolem (kolem s reakcí A); c) při přejezdu zadním kolem (kolem s reakcí $S/2$); d) záznam tvaru překážky



svislé rovině) na nápravách samojízdného sklízče píce SPS-360 pomocí odporových tenzometrů (Vraný, 1973). Tyto hodnoty jsou přibližně úměrné svislým reakcím na kola, které jsou na modelu označeny C , A , S . Dále se měřilo svislé zrychlení rozvodovky (v blízkosti těžiště stroje), odpovídající na modelu veličině y'' . Měřili jsme při přejezdu bočníkového výstupku o výšce 10 cm a délce 80 cm, který svým tvarem přibližně připomínal jednorázovou sinusovou půlvlnu, používanou jako budicí funkce na počítači. Tuto překážku jsme přejížděli postupně jednotlivými koly při různých rychlostech. Pro srovnání jsme vybrali měření s rychlostí kolem 6,5 km/h a druhá skupina s rychlostí kolem 9,7 km/h. Tyto rychlosti určily také nastavené frekvence k získání jednorázové sinusové půlvlny na počítači. Uvedené skupiny rychlostí jsme zvolili na základě pozorování reálného sklízče. Při rychlosti kolem 6,5 km/h ještě nedocházelo při přejezdu překážky k viditelnému nadskakování kol sklízče (kola ještě překážku sledovala). Naopak



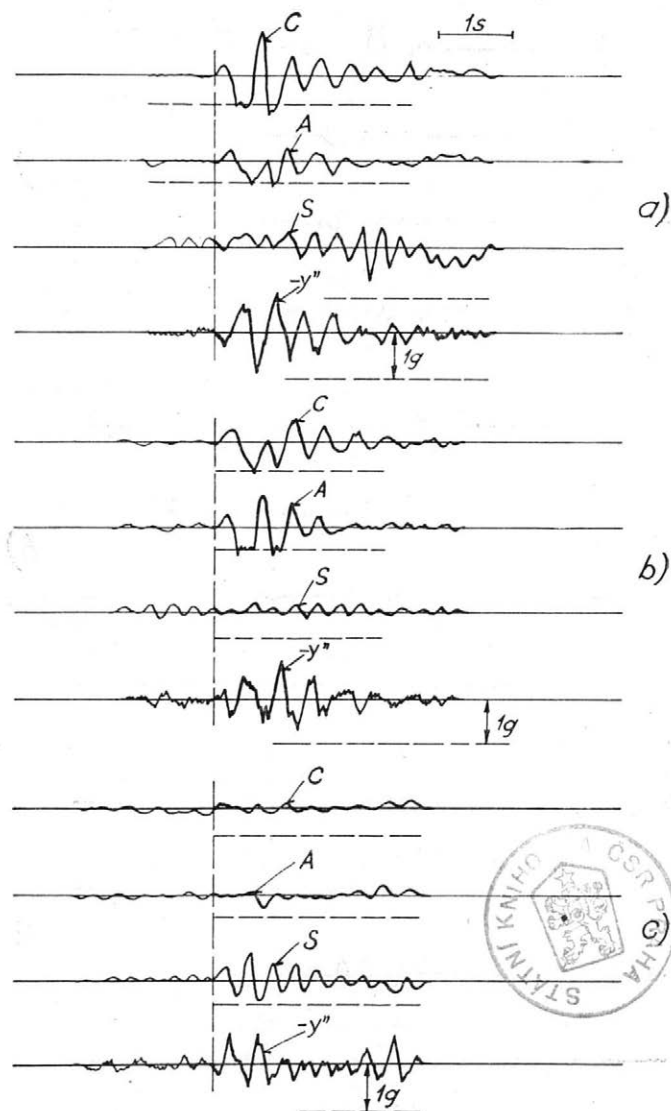
8. Kopie záznamu průběhu veličin C , A , S , y'' , získaného řešením pomocí programu podle obr. 6 pro případ přejezdu překážky ve tvaru výstupku vytvořeného jednorázovou sinusovou půlvlnou se základnou délky 80 cm a výškou 10 cm, rychlostí 6,5 km/h

a) při přejezdu levým předním kolem (kolem s reakcí C); b) při přejezdu pravým předním kolem (kolem s reakcí A); c) při přejezdu zadním kolem (kolem s reakcí $S/2$); d) záznam tvaru překážky

při rychlosti kolem 9,7 km/h již docházelo k výraznému nadskakování. Kopie části výsledků získaných tenzometrickým měřením a na počítači je na dvojicích na obr. 7, 9 (vyšší rychlosti, tj. kolem 9,7 km/h) a 8, 10 (nižší rychlost, tj. přibližně 6,5 km/h). Zápis průběhu veličin z počítače v závislosti na čase je možno srovnat s průběhem překážky v části d) obrázku. Oscilografické záznamy jsou doplněny svislými čárkovanými čarami, které označují přibližný počátek nájezdu na překážku. Na obrázcích jsou vyznačeny nulové hladiny zatížení náprav (u výsledků měření čárkovaně a u zápisů z počítače plně) i hladiny odpovídající statickému předpětí (u výsledků měření plně a u zápisů z počítače čárkovaně). Tím je dáno měřítko zatížení. Měřítka zrychlení je určeno výchylkou odpovídající hodnotě zemského zrychlení. Kladné hodnoty sil jsou vesměs vzhůru a zrychlení je kladné dolů.

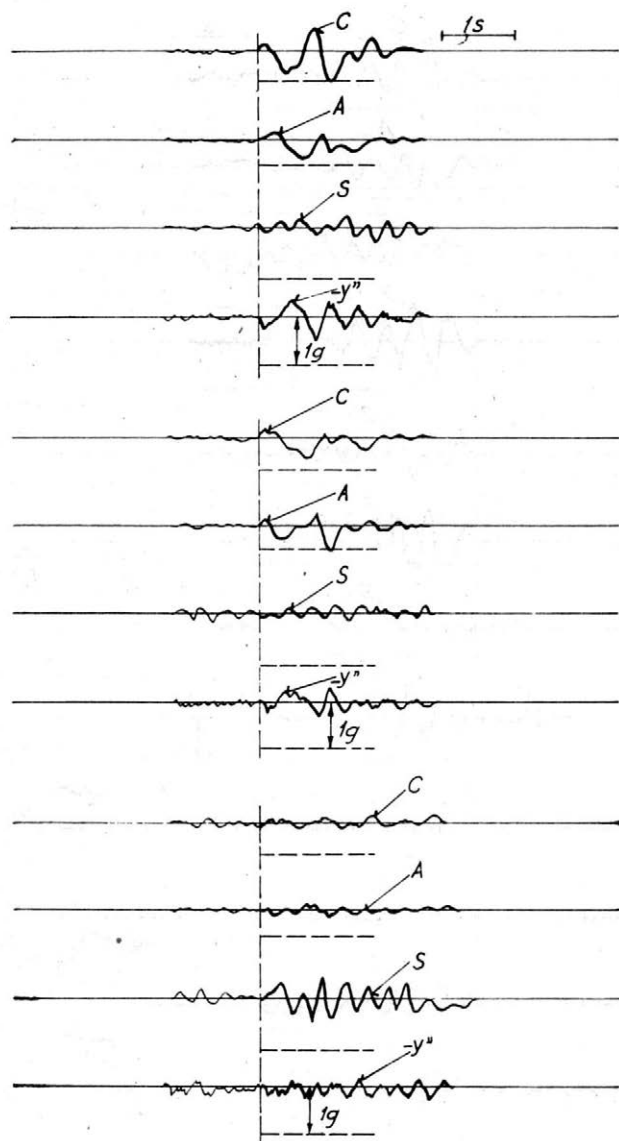
Z porovnání obr. 7 a 9 plyne, že průběhy veličin C , A , S zhruba souhlasí, zvláště v prvních největších kmitech. Přitom si vždy lépe odpovídají průběhy reakcí toho kola,

9. Kopie oscilografického záznamu pružnosti namáhání přibližně úměrných veličinám C , A , S , y'' , získaného při tenzometrickém měření na sklížeči píce SPS-360 a) při přejezdu levým předním kolem (kolem s reakcí S rychlostí 9,5 km/h); b) při přejezdu pravým předním kolem (kolem s reakcí A rychlostí 10,5 km/h); c) při přejezdu levým zadním kolem (kolem s reakcí $S/2$ rychlostí 9,3 km za h)



kteří překážku přejíždělo. Maximální hodnoty těchto reakcí zjištěné na modelu jsou vyšší. Naopak reakce kol, která v daném případě jela mimo překážku jsou nižší. Z jiných výsledků řešení se zjistilo, že tento nesouhlas by se značně zmenšil nastavením jiných parametrů modelu. Přitom odchylky parametrů modelu od skutečnosti jsou právě v takovém smyslu, který opravňuje vykládat uvedený nesouhlas těmito odchylkami. Odskoky kol při přejezdu kola s reakcí C a A dobře souhlasí, ale u kola S není shoda tak názorná. Vztah mezi průběhem zrychlení a reakcí co do smyslu dobře souhlasí. Hodnoty maximálních zrychlení si řádově odpovídají. Větší rozdíl je při přejezdu kolem s reakcí S , kde na počítači se zjistilo maximální zrychlení přibližně dvojnásobné než při měření. Dodatečně se zjistilo, že tento nesouhlas se výrazně zmenšil sjednocením parametrů modelu a skutečného sklížeče. Obdobným způsobem je možno srovnávat obr. 8 a 10.

Z hodnocení těchto výsledků plyne, že základní fyzikální jev probíhající na modelu a na reálném sklížeči má kvalitativně stejný původ. Z hlediska času (resp. frekvencí)



10. Kopie oscilografického záznamu průběhu namáhání přibližně úměrných veličinám C , A , S , y'' , získaného při tenzometrickém měření na sklizeči píce SPS-360 a) při přejezdu levým předním kolem (kolem s reakcí C rychlostí 6,3 km/h); b) při přejezdu pravým předním kolem (kolem s reakcí A rychlostí 6,0 km/h); c) při přejezdu levým zadním kolem (kolem s reakcí $S/2$ rychlostí 6,2 km za h)

probíhající děje velmi dobře souhlasí. Na základě dalších výsledků se dá předpokládat, že některé odchylky v průbězích sledovaných veličin, které byly výše uvedeny zcela jednoznačně, souvisí s odchylkami skutečných parametrů a parametrů modelovaných. Je to např. velikost a rozložení hmoty stroje (parametry a , b). Tyto parametry se získaly na základě odhadu velikosti a polohy těžiště hmot dílčích prvků stroje v době návrhu stroje a dodatečně nebylo účelné a vzhledem k dřívějším výpočtům ani možné je upravovat podle skutečného stroje. Je třeba uvážit i určitou náhodnost při měření (např. drobné nerovnosti povrchu trati, na které byla nainstalována překážka), vliv dynamických účinků vlastní hmoty kol, které v detailech zkreslují průběh měřených veličin. Měřené veličiny C , A , S jsou ve skutečnosti dány nejen svislými složkami reakce na kolo, ale také bočními, které rovněž působí ohybové napětí nápravy ve svislé rovině. Určitý nesouhlas může působit i to, že tvar překážky byl pouze přibližný a navíc se zcela zanedbal vliv rozdílu působeního objíždění překážky kolem stroje (budící účinek je dán určitou obálkou skutečného tvaru).

Použitá označení

A	— svislá reakce na pravé přední kolo (kp)
C	— svislá reakce na levé přední kolo (kp)
B	— svislá reakce na pravé zadní kolo (kp)
D	— svislá reakce na levé zadní kolo (kp)
S	— svislá reakce v čepu vahadla zadních kol (kp)
A_f, C_f, B_f, D_f, S_f	— fiktivní reakce (hodnoty rovné reakcím, jsou-li kladné) (kp)
G	— tíha sklizeče píce (kp)
m	— hmotnost sklizeče píce (kg)
J_x	— moment setrvačnosti sklizeče vůči ose x procházející těžištěm (kg cm ²)
J_z	— moment setrvačnosti sklizeče vůči ose z procházející těžištěm (kg cm ²)
a, b, c, d, t	— parametry sklizeče uvedené v obr. 2 a 4 (cm)
$y, y_A, y_C, y_S, y_B, y_D, y_1, y_2, y_3, y_4$	— posuvy podle obr. 3 a 4 (cm)
θ	— natočení sklizeče ve svislé podélné rovině (rad)
φ	— natočení sklizeče ve svislé příčné rovině (rad)
c_A, c_C, c_S	— konstanty pružin (obr. 3) nahrazující tuhost pneumatik (kp cm ⁻¹)
k_A, k_C, k_S	— konstanty tlumiče (obr. 3) nahrazující tlumicí účinek pneumatik (kp s cm ⁻¹)
ω	— úhlová rychlost (s ⁻¹)
f	— frekvence (Hz)
X	— amplituda nerovností půdního profilu při harmonickém buzení (cm)
v	— pojízdná rychlost sklizeče (m s ⁻¹)
t	— čas na reálném modelu (s)
T_z	— strojový čas (s)
M_t	— měřítka času
z	— obecná proměnná veličina
$N_z, N_y, N_y', N_\theta, N_\phi, N_\theta', N_\phi'$	— normy příslušných proměnných

Literatura

- APETAUER, M.: Odpružení motorových vozidel. Automobil, 1957, č. 5, 6, 7, 8, 9.
- NOVÁK, J.: Řešení dynamického zatížení náprav traktoru s návěsem na analogovém počítači. [Zpráva VÚZS]. Praha 1968.
- RANEY, J. P.: The Dynamic Behavior of Farm Tractors. Transactions of the ASAE, 1961, č. 2.
- RASMUSSEN, R. — CORTESE, D.: Dynamic Spring Rate Performance of Rolling Tires. SAE Transactions, 1968.
- ROBSON, J. D.: Deductions from profile-excited random vibration response. Proc. 12th Int. Congress of Applied Mechanics, 1968.
- SAAKJAN, S. S.: Zavisimost soprotivlenija počvy vдавlivaniju ot diametra štampa. Selchozmašina, 1953, č. 5.
- SITKEI, G.: Das Verhalten von Ackerschlepperreifen auf nachgiebigem Boden. Grundlagen der Landtechnik, 1969, č. 2.
- SÖHNE, W.: Beziehungen zwischen den Kenngrößen von Ackerschlepperreifen auf fester Fahrbahn. Grundlagen der Landtechnik, 1969, č. 2.
- SOUČEK, Z.: Valivé odpory kol s tuhými obručemi. Sborník prací VÚZS. Praha 1961.
- ŠPRINC, J. — SOBOTKA, Z.: Nelineární teorie nárazu kol s pryžovou obručí hustěnou vzduchem. Strojnický časopis, 1968, č. 6.
- THOMSON, W. T.: Mechanical Vibrations. USA. 1956.
- VALENTA, J. — ŠKVOR, V. — KOTVA, M.: Programování a řešení úloh na transistorových analogových počítačích MEDA-T. Bratislava 1966.
- VRANÝ, Z.: Pevnostní a energetický výzkum sklizeče píce SPS-360. [Zpráva VÚZS.] Praha 1973.
- WENDEBORN, J. O.: Ein Beitrag zur Verbesserung des Fahrkomfortes auf Ackerschleppern. Forzsch-Ber. VDI-Z., 14, 1968, č. 8.

Došlo dne 26. 7. 1974

СОУЧЕК З. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов, Чехословакия). Модель передвижения самоходного комбайна. Zem. technika 21 (1) : 1-19, 1975.

В статье приводятся результаты решения пространственной модели передвижения самоходной сельскохозяйственной машины по неровной поверхности. Решение на конкретном примере должно показать методику приема и позволить проверку функции модели, а также оценку метода на основе сравнения с реальной машиной. Подробно описывается техническая спецификация решения; проанализированы введенные предпосылки и упрощения и намечены пути дальнейшего усовершенствования модели. Применение пространственной модели является решающим условием для реального введения возбуждающих функций. Из проведенных испытаний вытекает, что решение задач с предложенной моделью полностью стабильно и выгодно с точки зрения требований. В пределах данных упрощений модель выполняет все функции, включенные в математическую формулировку. Простым способом нами также сравнивались полученные результаты на математической модели и путем измерения на реальной модели. Из сравнения экспериментальных и теоретических результатов вытекает, что при данных условиях ход реакций на колеса и ускорение в общем совпадает. Можно сказать, что основное физическое явление, протекающее на модели и на действительном комбайне, с качественной точки зрения имеет одинаковое происхождение. Некоторые количественные отклонения уже объяснены.

моделирование; аналоговая вычислительная машина; самоходные сельскохозяйственные машины

SOUČEK Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha - Chodov, Tschechoslowakei). *Fahrtmodell der selbstfahrenden Futtererntmaschine*. Zem. technika 21 (1) : 1-19, 1975.

The paper presents the results obtained in the solution of the problems of a spatial model of travelling in a self-propelled farm machine moving along an uneven surface. In the actual case, the solution should demonstrate the method of the procedure and enable the testing of the function of the model and the evaluation of the method on the basis of comparison with an actual machine. The solution is technically specified in detail. The assumptions and simplifications used in the solution are analyzed and the ways of further improvement of the model are suggested. The use of a spatial model is a decisive prerequisite for an actual introduction of inducing effects. The tests show that the solution of problems with the proposed model is completely stable and quite advantageous from the viewpoint of possible requirements. Within the limits of the given simplifications, the model performs all function included in the mathematical formulation. The results obtained in the mathematical model and in the measurement of a real model were compared in a simple way. It follows from the comparison of experimental and theoretical results that under the given conditions the courses of reactions to wheels and acceleration are practically the same. It can be inferred that basic physical phenomenon taking place in the model and in an actual harvester is of the same origin, from the qualitative viewpoint. Some quantitative deviations are explained.

modelling; analog computers; self-propelled farm machines

SOUČEK Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov, Tschechoslowakei). *Fahrtmodell der selbstfahrenden Futtererntmaschine*. Zem. technika 21 (1) : 1-19, 1975.

In der Arbeit werden die Lösungsergebnisse des Raummodells für die Fahrt der selbstfahrenden Landmaschine über eine ungerade Oberfläche angeführt. Die Lösung soll auf einem konkreten Beispiel die Methodik des Verfahrens zeigen und die Überprüfung der Modellfunktion und die Methodenbewertung aufgrund eines Vergleichs mit der realen Maschine ermöglichen. Die technische Spezifikation der Lösung ist ausführlich angeführt; es werden die eingeführten Voraussetzungen und Vereinfachungen analysiert und die Wege zur weiteren Vervollkommen des Modells angedeutet. Die Anwendung des Raummodells ist eine entscheidende Voraussetzung für die reale Einführung der Amegefunktion. Den Prüfungen erfolgte, daß die Lösung der Aufgaben mit dem vorgeschlagenen Modell vollkommen stabil und von der Hin-

sicht der möglichen Anforderungen vorteilhaft ist. Innerhalb der gegebenen der Vereinfachungen erfüllt das Modell alle Funktionen, die in die mathematische Formulierung einbezogen wurden. Auf eine einfache Weise haben wir auch die auf dem mathematischen Modell und durch Messung auf dem realen Modell gewonnenen Ergebnisse verglichen. Dem Vergleich der experimentalen und der theoretischen Ergebnisse erfolgt, daß unter den gegebenen Bedingungen die Verläufe der Reaktionen auf die Räder und die Beschleunigung im großen ganzen übereinstimmen. Es kann gefolgert werden, daß die auf dem Modell und auf der realen Erntemaschine verlaufenden physikalischen Grunderscheinungen qualitätsgemäß von derselben Abstammung sind. Einige Quantitätsabweichungen sind erklärt worden.

Modellierung; Analogrechner; selbstfahrende Landmaschinen

Adresa autora:

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

Pro snazší orientaci v technické literatuře a odborných časopisech uvádíme zkrácený přehled přepočtů nejběžnějších jednotek na jednotky SI a naopak

Název převáděné jednotky	Chceme-li převést číselnou hodnotu veličiny vyjádřenou v jednotce:	Na číselnou hodnotu této veličiny vyjádřenou v jednotce:	Musíme násobit
ar	++ a	m ²	10 ²
angström	+ Å	m	10 ⁻¹⁰
atmosféra	++ at = = + kp cm ⁻²	Pa MPa	98066.5 0,00806 = 0,1
fyzikální atmosféra	++ atm = = 760 torr	Pa MPa	101325 0,101325
bar	+ bar	Pa MPa = N mm ⁻² + kp cm ⁻²	10 ⁵ 0,1 1,01972 = 1,02
	g cm ⁻³ = = kg dm ⁻³	kg m ⁻³	10 ³
den	d	s	86 400
hektar	ha	m ²	10 ⁴
hodina	h	s	3 600
joule	J = W s = N m	+ kcal = kp m	2.388 10 ⁻⁴ 0,101972 = 0,102
kůň	+ k	kW	0,735499
kilokalorie	+ kcal	J	4186,8
	kg m ⁻³	g cm ⁻³	10 ⁻³
km/h	km h ⁻¹	m s ⁻¹	0,2778
kilopond	+ kp	N	9,80665
	+ kp cm ⁻³ = = ++ at	Pa MPa + bar	98066.5 0,00806 = 0,1 0,9806 = 1
	+ kp m	J = N m	9,80665
	+ kp m ⁻² = = ++ mm H ₂ O	Pa	9,80665
	+ kp mm ⁻²	MPa = N mm ⁻²	9,80665
kilowatt	kW	+ k	1,36
	m s ⁻¹	km h ⁻¹	3,6
minuta	min	s	60
megapascal	MPa	+ kp mm ⁻³	0,102
newton	N	+ kp	0,102
	N mm ⁻² = MPa	+ kp cm ⁻³	10,2
pascal	Pa	N m ⁻³	1
		+ kp cm ⁻³	1,02 10 ⁻⁵
torr	+ torr = = ++ mm Hg	Pa	133,32

++ jednotky nepovolené, + jednotky povolené do r. 1980

OVĚŘOVÁNÍ METODY AUTOMATICKÉ REGISTRACE INTENZITY PROVOZU NA ZEMĚDĚLSKÝCH KOMUNIKACÍCH

A. Bartolomějev

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

BARTOLOMĚJEV A. *Ověřování metody automatické registrace intenzity provozu na zemědělských komunikacích.* Zem. technika 21 (1) : 21-32, 1975.

Práce seznamuje s výsledky ověřování metody automatické registrace intenzity provozu na zemědělských komunikacích. Metoda spočívá v registraci změn indukčnosti snímací smyčky položené na vozovce. Tyto změny jsou vyvolány průjezdem kovové hmoty vozidla nad smyčkou. Registraci obstarává neselektivní registrátor přejezdů motorových vozidel na telefonním počítadle. Pro bližší analýzu probíhajícího provozu byla po určitou dobu aplikována metoda registrační fotografie, spočívající ve spojení registračního přístroje se speciální filmovou kamerou, která byla aktivována v okamžiku průjezdu vozidla. Rozborem filmů se zjistily druhy projíždějících vozidel a jejich procentické zastoupení. Předností metody je automatický provoz při dlouhodobém nasazení a náhrada manuálních pracovníků. Získané výsledky charakterizují dostatečně přesně intenzitu provozu na sledované komunikaci.

zemědělské komunikace; intenzita provozu; automatická registrace intenzity provozu; indukční smyčka; neselektivní registrátor přejezdů motorových vozidel; registrační fotografie; registrační filmová kamera

Významné postavení zemědělství v národním hospodářství vyžaduje systematické zlepšování a rozvoj všech oblastí výroby. Důležitou roli má přitom zemědělská doprava jako odvětví bezprostředně navazující a spojující jednotlivé úseky výrobního procesu.

K systému zemědělské dopravy patří i zemědělské komunikace — polní i vnitrofaremní — které ovlivňují rychlost a nákladovost této dopravy, opotřebení a životnost dopravních prostředků, fyziologickou námahu obsluhy, ale i estetickou úroveň zemědělských závodů a tvorbu krajinného prostředí.

Rozvoj zemědělské techniky, a techniky dopravní zvláště, klade však zvýšené požadavky (váhové, rychlostní, rozměrové) na komunikace. Pro splnění těchto požadavků je třeba znát řadu údajů, aby mohla být navržena optimální konstrukce vozovky z hlediska provozních požadavků i ekonomie výstavby a údržby během užívání. Požadavky přitom musí být postaveny dostatečně progresivně vzhledem k dlouhé životnosti stavby tak, aby postihly vývoj zemědělské techniky a její zpětný vliv na komunikace. Nezbytným předpokladem je proto znalost současné úrovně rozhodujících ukazatelů.

Mezi nejdůležitější patří ukazatele intenzity provozu a zatížení komunikací. Rozumí se jimi v prvním případě množství vozidel a zemědělských strojů, které

projede sledovaným úsekem v obou směrech za zvolené časové období a v druhém případě součet vah vozidel přepravujících náklad (celková váha), vozidel bez nákladu (vlastní váha), zemědělských strojů a zařízení za sledované období nebo v přepočtových jednotkách ($t \cdot ha^{-1}$ o.p.; $t \cdot ha^{-1}$ z.p.; $t \cdot rok^{-1}$ apod.). Dosavadních výsledků je v ČSSR poskrovnů a jsou získány rozdílnými, obvykle mezi sebou nesrovnatelnými metodami. Některé výsledky publikovali H o d a č (1968) a R e g n e r (1972).

Vlastní sledování intenzity provozu v provozních podmínkách je časově náročná záležitost; při použití systému pozorovatelů je náročná i na počet lidí. Tím je také finančně nákladná. Sledování tohoto ukazatele přímo v provozu dává však nejlepší výsledky, i když jsou pochopitelně závislé na úrovni organizace práce v daném zemědělském podniku, na používané technologii a na úrovni technického vybavení. Odrážejí však nejpřesnější skutečný stav a mohou proto sloužit jako solidní základ k úvahám o perspektivním vývoji.

Sledování intenzity provozu v dlouhých časových obdobích umožňují speciální přístroje, které byly zkonstruovány pro potřeby dopravních průzkumů na veřejných komunikacích. Detekční zařízení těchto přístrojů pracuje za pomoci infračerveného záření, ultrazvuku, radarových paprsků, indukční smyčky, magnetického pole, tlakové hadice apod. V poslední době byl vyvinut na VŠZ Brno — lesnické fakultě přístroj pro sledování intenzity provozu na lesních komunikacích, pracující na principu snímání vibrací, vyvolaných průjezdem vozidla. Umožňuje zhruba třídit projíždějící vozidla i podle jejich celkové váhy.

Podle dostupné literatury není zatím známo, že by tyto metody automatické registrace intenzity provozu byly aplikovány v zemědělských podmínkách.

METODIKA

Cílem práce bylo nalézt a ověřit vhodnou metodu automatické registrace intenzity provozu pro podmínky zemědělského provozu, která by splňovala zhruba tyto na ni kladené požadavky:

- dlouhodobý automatický provoz;
- registrace pouze požadovaných druhů vozidel a vyloučení nežádoucích průjezdů nebo i průchodů (např. pěší osoby, osoby na jízdních kolech, dobytek apod.);
- princip přístroje nesmí vyžadovat ke své činnosti bezprostřední styk části vozidla s detekčním zařízením (možnost poškození od kovových obručí zemědělských strojů nebo pásových podvozků apod.);
- nasazení přístroje nesmí bránit ani ovlivňovat provoz na sledované komunikaci a přístroj musí registrovat průjezdy v obou směrech jízdy;
- zdrojem energie může být alternativně elektrická síť nebo baterie (měření mimo dosah elektrické energie);
- přístroj musí snášet celoroční provoz ve venkovních podmínkách;
- požaduje se citlivost na malé průjezdové rychlosti ($\sim 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$);
- použitelnost měnitelné doby blokování¹⁾ přístroje, aby i soupravy dopravních prostředků (např. traktor s přívěsem) byly započteny jako jedno vozidlo event. po změně blokování jako dvě vozidla (podle potřeby sledování).

¹⁾ Zařízení pro blokování přístroje umožňuje „vyřazení“ přístroje z činnosti na určitou dobu, tzn., že přístroj nezaznamenává žádný další průjezd vozidla v době blokování. V naprosté většině případů vyhovuje doba blokování 4 s.

Specifikace těchto požadavků vychází ze zvláštností zemědělského provozu a z potřeby sledovat co nejdelší časové období.

Předpoklady pro splnění uvedených speciálních požadavků měl přístroj s indukční smyčkou pod povrchem vozovky, který byl vyvinut pro potřeby dopravních průzkumů na veřejných komunikacích ve Fyzikálním ústavu Karlovy university v Praze (ing. Dvorský a kol.) a upraven pro podmínky zemědělského provozu ve VÚZT oddělení Základů zemědělské techniky (ing. Sláma). Přístroj nese název „Neselektivní registrátor přejezdů motorových vozidel“ a má typové značení FÚ 3 (dále jen registrátor).

Protože registrátor udává pouze informaci o počtu vozidel, která projela sledovaným místem, byla použita ještě po určitou dobu sledování metoda sběrné kinematografie, přesněji řečeno registrační fotografie, ke stanovení druhové skladby vozidel. K tomu účelu byla spojena s registrátorem speciální kamera (výrobek Meopty Brno), která pořídila snímek projíždějícího vozidla. Druhá skladba vozidel se pak stanovila vyhodnocením exponovaných filmů.

Ověřovací provoz automatického sledování intenzity provozu registrátory probíhal po dobu jednoho hospodářského roku, z čehož po dobu zhruba tří měsíců během letního období proběhl i pokus se speciální snímací kamerou. Ověřovacím závodem byl podnik s velmi dobrou úrovní hospodaření a organizace práce ve výrobní oblasti řepařské a výměrou 1400 ha orné půdy.

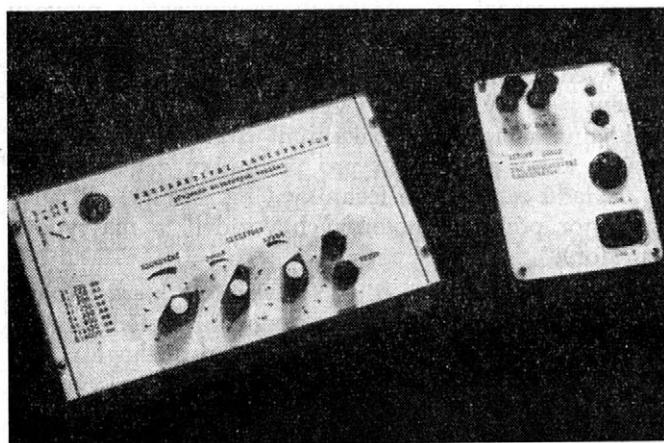
POUŽITÉ PŘÍSTROJE

NESELEKTIVNÍ REGISTRÁTOR PŘEJEZDŮ MOTOROVÝCH VOZIDEL

Neselektivní registrátor přejezdů motorových vozidel pracuje na principu změny indukčnosti snímací smyčky, která je vyvolána pohybem kovové hmoty vozidla nad smyčkou. Vzniklý napěťový impuls je vstupním transformátorem přizpůsoben vstupnímu obvodu zesilovače, který signál zesílí a přivede na klopný obvod. Ten zabezpečuje jednoznačně přitažení kotvy počítadla, čímž dojde k započítání vozidla.

Přístroj představuje v podstatě čítač impulsů se snímací smyčkou, vstupním transformátorem a filtrem pro potlačení rušivého napětí o kmitočtu 50 Hz na jeho vstupu a telefonním počítadlem na jeho výstupu. Za filtrem, tvořeným dvojitým T článkem, následuje třístupňový tranzistorový zesilovač, jehož zisk je regulován přepínáním emitorových odporů u prvních dvou tranzistorů. Minimální zisk zesilovače je kolem 200, maximální cca 4000. Přenos transformátoru zatíženého vstupem T článku je kolem 100.

Za zesilovačem následuje monostabilní klopný obvod s nulovým klidovým proudem. Doby blokování jsou přepínány změnou kapacit ve vazebním obvodu. Pro napětí kolem 24 V na klopném obvodu činí cca 100, 150, 200, 250, 350, 600, 1450 a 4000 ms. Toto uspořádání umožňuje započítávat např. traktor s převěsem jako jedno vozidlo. Telefonní počítadlo indikující počet projelých vozidel a miniaturní relé LUN jsou zařazeny v kolektoru spínacího tranzistoru. Kontakt relé může být využit k jiným účelům, např. spouštění filmové kamery apod. Přístroj může být alternativně napájen z akumulátorů 24 V nebo síťovým zdrojem $\sim 220/24$ V. Přístroj spolu se síťovým zdrojem je vyobrazen na obr. 1.

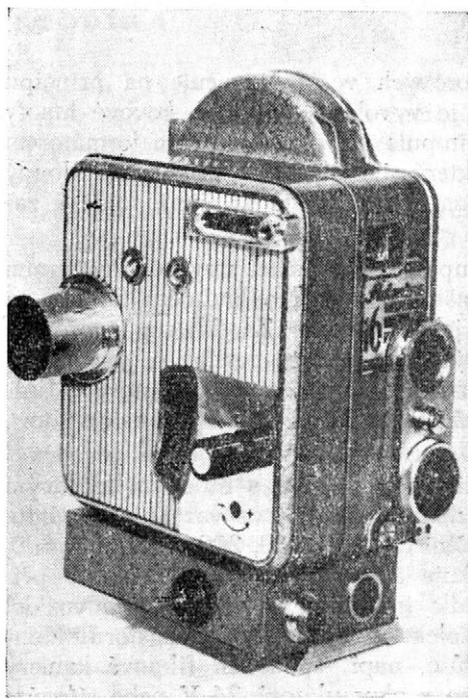


1. Neselektivní registrátor přejezdů motorových vozidel FÚ 3 se síťovým zdrojem

REGISTRAČNÍ KAMERA RFS A 16 A7D

Tato kamera byla speciálně vyvinuta v n. p. Meopta Brno na základě specifikace potřeb výzkumu intenzity provozu s požadavkem na kompletaci s výše uvedeným registrátorem. Tím bylo dosaženo toho, že signál vyvolaný průjezdem vozidla aktivuje současně registrátor i registrační kameru. Kamera přitom snímá prostor vozovky s indukční smyčkou a při průjezdu vozidla pořídí jeho snímek.

Kamera vychází z typové řady 16mm kamer ADMIRA ELECTRIC a pro speciální požadavky je upravena. Pracuje systémem náhodných expozic vždy po jednom filmovém políčku. Kromě externího ovládání má vestavěný časový spínač, umožňující intervaly mezi jednotlivými expozicemi 0,5; 1; 1,5; 2 a 3 sekundy. Při stavbě kamery bylo zachováno i tlačítko pro běžné snímání s frekvencí 24 obr. min^{-1} . Kamera má vestavěno počítadlo jednotlivých obrázků s nulováním a světelnou signalizací expozice a konce filmu.



2. Registrační kamera RFS A 16 A7D

Expoziční čas je neměnný — 1/100 sekundy — vyhovující pro daný režim snímání. Kamera nemá osvitovou automatiku, což by bylo výhodné, a proto byla vždy nastavena clona, odpovídající optimu pro dané roční období.

Po celou dobu experimentu byl používán širokoúhlý objektiv MEOP-TA LARGOR 1,8/12,5.

Jako zdroj proudu byly s ohledem na dlouhodobý provoz voleny 12V autobaterie.

Celkové uspořádání kamery je na obr. 2.

VLASTNÍ PRÁCE

MĚŘENÍ INTENZITY PROVOZU

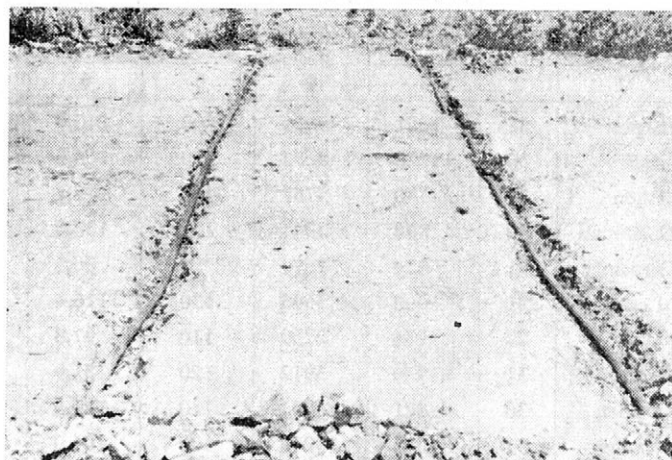
Při ověřovacím provozu byly použity dva registrátory, které byly nasazeny na výzkumném pracovišti takto:

- na hlavní příjezdové komunikace do střediska JZD (registrátor 1),
- na komunikaci směřující ze střediska do polností (registrátor 2).

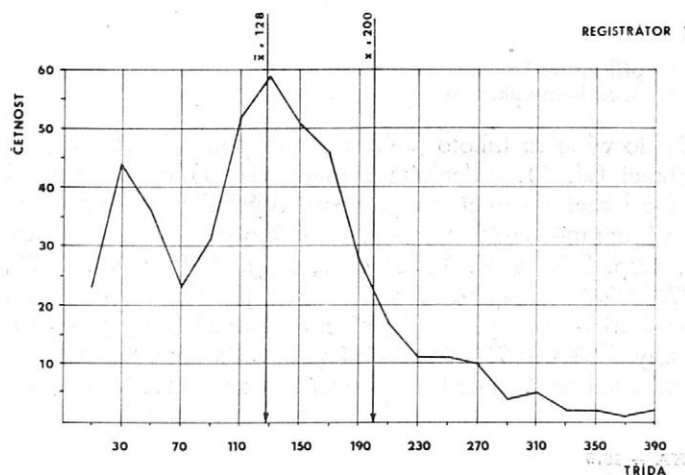
Po těchto dvou komunikacích probíhal veškerý provoz střediska.

Pro indukční smyčky bylo použito izolovaného měděného vodiče SYA $2,5 \text{ mm}^2$, který byl s ohledem na dlouhodobé umístění v zemi protažen ještě gumovou hadicí. Smyčka byla vytvořena čtyřmi závity vodiče se vzdáleností mezi větvemi 1 m. Spojení smyčky s registrátorem bylo rovněž chráněno gumovou hadicí. Na obr. 3 je indukční smyčka připravená k zahrnutí pod povrch vozovky.

3. Indukční smyčka registrátoru



Provoz registrátoru 1 byl zahájen 27. 7. 1972, registrátoru 2 5. 10. 1972. Ve vyhodnocení je u obou registrátorů postížen celý hospodářský rok, neboť do hodnocení byl pojat stav k 31. 10. 1973. U registrátoru 1 byl zajištěn denní odečet stavu počítadla, což umožnilo statistické vyhodnocení intenzity provozu, které je uvedeno na obr. 4.



4. Vyhodnocení denní intenzity provozu na příjezdové komunikaci do střediska JZD (27. 7. až 31. 10. 1973)
 $\bar{x}$ = aritmetický průměr,
 $\bar{x}$ = výběrový průměr

Jsou na něm patrný dva typické vrcholy, z nichž první přináležejí nižšímu provozu o nedělích, resp. sobotách, v rozsahu 10–70 vozidel za den, druhý pak koresponduje s výběrovým průměrem $\bar{x} = 128$ vozidel za den. Špičkové hodnoty intenzity provozu posunuly pak aritmetický průměr na hodnotu $x = 200$ vozidel za den. Ve sledovaném období byla zjištěná intenzita provozu srovnána se záznamy o vážení nákladů ve vážní knize (počet vážených položek) s cílem zjistit, jaký je vzájemný poměr intenzity provozu k váženým položkám. Výsledky jsou shrnuty v tab. I.

I. Intenzita provozu na příjezdové komunikaci do střediska JZD
Registrátor 1; 8/1972 – 10/1973

Měsíc	Počet dní	Počet vážených položek ¹⁾	Počet přejezdů			Denní Σ vážených položek	Poměr přejezdů k váženým položkám ³⁾	Celkový poměr přejezdů k váženým položkám ⁴⁾
			celkem ²⁾	denní Σ aritmetický	denní Σ výběrový			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Srpen	31	1821	5889	200	210,0	58,7	3,23	3,29
Září	30	1222	4072	160	136,6	40,7	3,33	3,42
Říjen	31	780	5758	160	178,4	25,1	7,39	7,52
Listopad	30	882	3941	150	132,0	29,4	4,47	4,59
Prosinec	31	874	2674	80	86,1	28,1	3,05	3,18
Leden	31	1002	3643	130	116,4	32,3	3,58	3,74
Únor	28	734	2730	110	97,8	26,2	3,73	3,86
Březen	31	1930	3912	120	131,9	62,2	2,03	2,08
Duben	30	871	4001	110	120,5	29,0	4,60	4,71
Květen	31	1023	3252	100	104,0	33,1	3,18	3,28
Červen	30	1017	3162	100	101,5	34,0	3,15	3,21
Červenec	31	1336	3251	120	103,0	43,2	2,44	2,51
Srpen	31	1836	4341	180	140,0	59,4	2,36	2,42
Září	30	1238	3085	140	92,0	41,3	2,50	2,58
Říjen	31	1022	4157	160	137,0	33,0	4,06	4,17

1) z vážní knihy

2) podle registrátoru přejezdů

3) vztaženo k intenzitě provozu na příjezdové komunikaci

4) vztaženo k intenzitě provozu na obou komunikacích

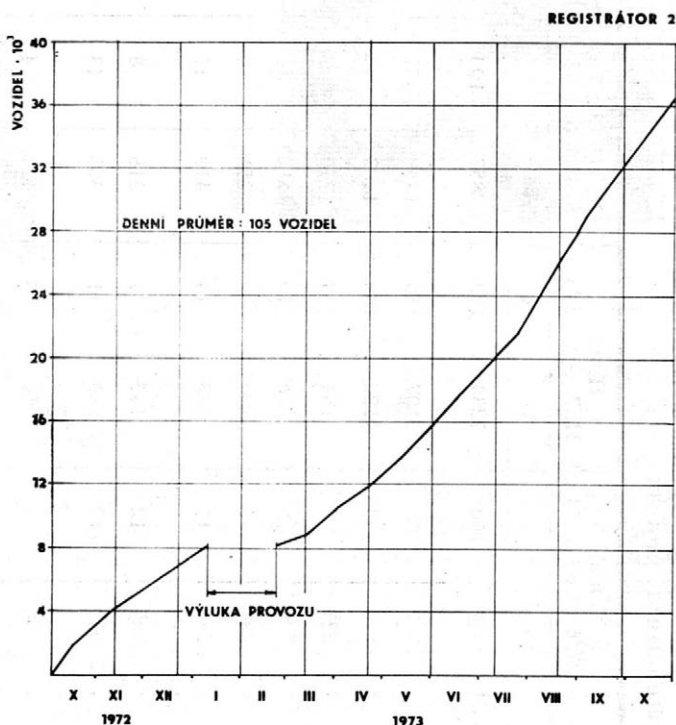
V prvním případě byla do výpočtu tohoto poměru vzata pouze intenzita provozu na příjezdové komunikaci (sl. 8), v druhém případě (sl. 9) byla zahrnuta i intenzita provozu na komunikaci vedoucí do polností. Výsledky se vzhledem ke značnému počtu údajů významně neliší. Výjimečné hodnoty poměru přejezdů k váženým položkám 7,39, resp. 7,52 v X. 1972, 4,47, resp. 4,59 v XI. 1972, 4,60, resp. 4,71 v IV. 1973 a 4,06, resp. 4,17 v X. 1973 jsou způsobeny tím, že se přestaly vážit těžkotónážní soupravy dovážející cukrovarské řízky pro nadměrné namáhání mostní váhy (říjen 1972, doznívání pak v listopadu a z téhož důvodu i říjen 1973); rovněž sklizená zelenina se nevážila na hlavní váze, ale

vyvážela se přes sledované úseky, a jiné důvody. V dubnu 1973 šlo pravděpodobně o dovoz stavebního materiálu na novou účelovou výstavbu.

Intenzita provozu je tedy v průměru asi trojnásobná vůči registrovaným váženým položkám. Teoreticky vzato, čím nižší je tento poměr, tím lépe je využíváno dopravních prostředků, resp. tím méně je neefektivních jízd a menší provoz ostatních vozidel. Ideálně by tento poměr mohl dosáhnout hodnoty 2,00, což by odpovídalo běžné zemědělské praxi, kdy jsou vozidla vytěžována jednosměrně (tj. jízda tam s nákladem, zpět bez nákladu; což jsou dva přejezdy na jednu loženou jízdu — váženou položku). Pokles tohoto poměru pod 2,00 by signalizoval určitý podíl obousměrně vytížených jízd.

Sledování intenzity provozu na komunikaci do polností (registrátor 2) ovlivnila výluka provozu z důvodu karantény (slintavka a kulhavka), čímž se snížila doba sledování na 350 dní. Výsledky jsou ve formě součtové křivky vyneseny na obr. 5.

5. Součtová křivka přejezdů vozidel na komunikaci do polností



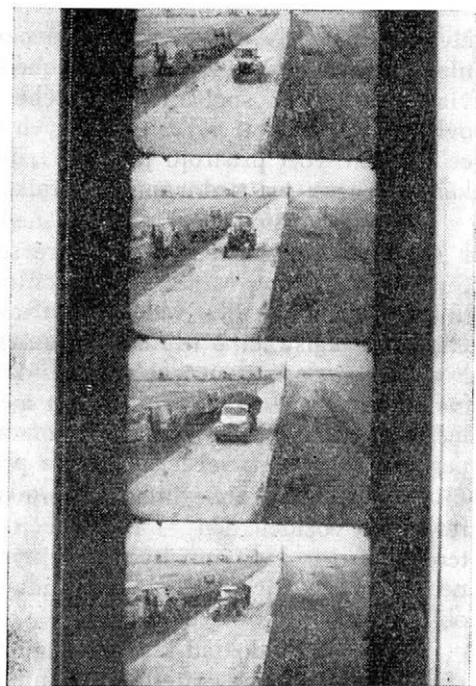
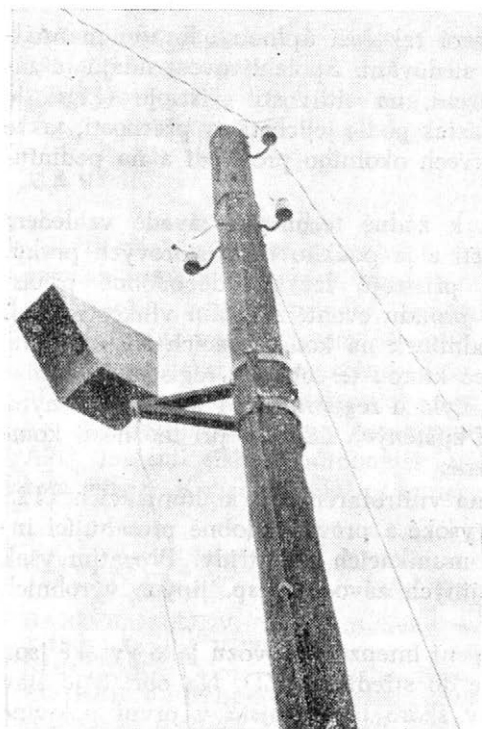
OBRAZOVÁ REGISTRACE INTENZITY PROVOZU

Registrační kamera RFS A 16 A7D byla při nasazení spojena s registrátorem 1 na hlavní příjezdové komunikaci. Byla umístěna na sloupu elektrického vedení na nosiči a chráněna proti povětrnostním vlivům kovovou skříňkou se skleněným průhledem. Potřebnou kabeláží byla spojena s registrátorem a zdrojem proudu. Celkové provedení je patrné z obr. 6.

Používaný černobílý inverzní film o citlivosti 17, resp. 21 DIN byl běžné obchodní jakosti v balení o délce 30 m, což stačilo zhruba na měsíc provozu. Výsledky z rozboru exponovaných filmů jsou shrnuty v tab. II. Vyhodnocování

II. Vyhodnocení obrazové registrace intenzity provozu

Název položky	I. film 27. 6. — 31. 7. 73		II. film 31. 7. — 9. 8. 73		III. film 9. 8. — 6. 9. 73		IV. film 6. 9. — 2. 10. 73		Celkem	
	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	%
Celkem přejezdů	3337	100	2234	100	2857	100	2594	100,0	11022	100,00
Směr jízdy										
do závodu	1667	50	1107	50	1419	51	1308	50,5	5531	50,00
ze závodu	1670	50	1127	50	1408	49	1286	49,5	5491	50,00
Motocykly	223	7	184	8	240	8	130	5,0	777	7,05
Osobní automobily	590	18	228	10	512	18	347	13,0	1677	15,22
Užitkové automobily	387	12	200	9	251	9	244	9,0	1082	9,82
Traktory solo	418	12	287	13	419	15	305	12,0	1429	12,96
Traktory s přívěsem s nákladem	387	12	147	7	218	8	382	15,0	1134	10,29
bez nákladu	643	19	249	11	363	13	527	20,0	1782	16,17
Traktory se zemědělským strojem	56	2	56	3	124	4	52	2,0	288	2,61
Samohybný zemědělský stroj	7	—	36	2	19	1	9	—	71	0,64
Nákladní automobil s nákladem	228	7	386	17	321	11	211	8,0	1146	10,40
bez nákladu	394	11	457	20	379	13	372	14,0	1602	14,53
Nákladní automobil s přívěsem s nákladem	1	—	3	—	6	—	7	—	17	0,15
bez nákladu	3	—	1	—	5	—	6	—	15	0,14



6. Registrační kamera v provozních podmínkách

7. Ukázka záznamu registrační kamery

filmů bylo prováděno na běžné prohlížečce MEONET 16, která není pro vyhodnocování právě nejvhodnější pro svou malou intenzitu osvětlení a velikost obrazu.

Ukázka části filmu je na obr. 7.

Z údajů v tab. II vyplývá vyrovnanost obou směrů jízdy a procentické zastoupení jednotlivých druhů vozidel. Pokud shrneme jednotlivé druhy vozidel podle váhových kategorií (nebo účinků na vozovku), zjišťujeme, že kategorie lehkých vozidel (motocykly, osobní a užitkové automobily) je zastoupena asi 32 %, kategorie traktorů (sólo, s přívěsem s nákladem a bez nákladu a se zemědělskými stroji) asi 42 % a kategorie nákladních automobilů asi 25 %.

Relativně značné procento osobních automobilů je dáno osobní přepravou zaměstnanců, vozidly služebními a vozidly zákazníků při jízdě za drobnými nákupy k zelinářské skupině apod. V procentech nákladních vozidel jsou zahrnuta i vozidla ZZN, která odváží vykoupené obilí během žní. Nesoulad mezi počtem traktorů s přívěsem s nákladem a bez nákladu a také nákladních automobilů může mít příčinu ve volbě trasy řidičem (hlavní brána, zadní vjezd).

Tyto údaje jsou závislé na technickém vybavení zemědělského závodu a s výraznějším zaváděním automobilní techniky dojde i k přesunu většího podílu jízd na tuto techniku na úkor traktorů.

DISKUSE

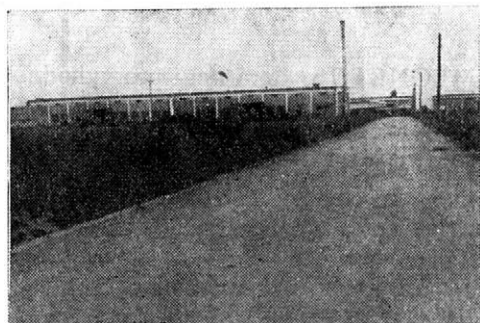
Metoda automatické registrace intenzity provozu registrátorem a dosažené výsledky představují konkrétní údaje z dlouhodobého sledování v podmínkách provozu na zemědělských vnitrofaremních komunikacích. Přednost metody spo-

čívá především v automatizaci provozu, která tak řeší úplnou náhradu manuálních pozorovatelů a umožňuje dlouhodobé sledování. Spolehlivost údajů je závislá na vlastní spolehlivosti celého zařízení, na citlivosti přístroje (která je ovlivněna pečlivostí výběru použitých součástek podle jejich třídy přesnosti, takže celková citlivost přístrojů je různá), na vlivech okolního prostředí a na podmínkách provozu na sledované komunikaci.

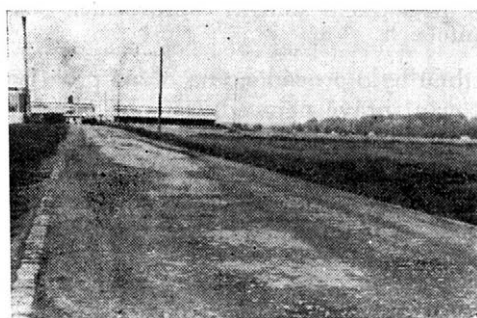
Během ověřovacího provozu nedošlo k žádné technické závadě vzhledem k tomu, že přístroj nemá pohyblivé součásti a je použito tranzistorových prvků. Subjektivně pozorované změny citlivosti přístrojů lze pravděpodobně přičíst blízkosti sekundárního vedení elektrického proudu event. změnám vlhkosti apod. Chyby v registraci z titulu provozních podmínek na komunikacích šly obvykle k tíži nižší pojízdné rychlosti vozidla, než kterou je schopen registrátor zaznamenat. Z namátkových kontrolních měření byla u registrátoru 1 stanovena chyba měření na -10% . Při značném množství zjištěných údajů a při možnosti kompenzace chyb registrace jsou údaje průkazné.

Zjištěné ukazatele intenzity provozu na vnitrofaremních komunikacích (128 resp. 105 vozidel $\cdot \text{den}^{-1}$) lze označit za vysoké a pravděpodobně přesahující intenzitu provozu na mnohých veřejných komunikacích III. třídy. Prozatím však nejsou k dispozici pro srovnání údaje z jiných závodů, resp. jiných výrobních oblastí.

Jako určitý doklad k uvedenému označení intenzity provozu jako vysoké jsou přiloženy fotografie příjezdové komunikace do střediska JZD. Na obr. 8 je stav této vozovky v roce 1971, na obr. 9 stav skoro téhož místa v první polovině



8. Příjezdová komunikace do střediska JZD v roce 1971



9. Tataž vozovka v roce 1973

r. 1973. Na druhém obrázku je zřetelně vidět zhoršený stav vozovky s výtluky a uvolněným kamenivem, přičemž vozovka byla v tomto roce pátý rok v provozu. S využitím naměřených hodnot a po kompenzaci 10% chyby registrátoru se dá říci, že po této vozovce projelo za 5 let asi 257 000 vozidel.

Metody registrační fotografie lze při výzkumu zemědělských komunikací použít pro speciální experimentální práce, kde se vyžadují další údaje o probíhajícím provozu. Samotná kamera je univerzální a lze ji využít i pro jiné výzkumné práce. Po připojení časového spínače může snímat děje i v delších časových intervalech než umožňuje vlastní vestavěný časový spínač.

Filmový materiál i z období světelných podmínek neodpovídajících nastavené cloně má přijatelnou kvalitu a odbornému pracovníkovi nečiní potíže určení

požadovaných hodnot z tohoto, z fotografického hlediska nekvalitního záběru. Na základě tohoto zjištění lze při použití kamery v letním období vystačit se současným provedením a obejít se bez automatické clony.

ZÁVĚR

Předložená práce seznamuje s výsledky ověřování metody automatické registrace intenzity provozu, vhodné i pro podmínky provozu na zemědělských komunikacích. Použitý princip indukční smyčky ve vozovce a registrace přejezdů neselektivním registrátorem přejezdů motorových vozidel splňuje speciální požadavky a ve verzi s bateriovými zdroji je použitelný a při měření na polních komunikacích mimo dosah elektrické energie.

Souběžně realizovaný experiment se speciální registrační kamerou RFS A 16 A7D umožnil získat podrobnější informace o probíhajícím provozu na sledované komunikaci. Koncepce použité kamery je vhodná i pro jiné úseky výzkumné práce.

Literatura

BARTOLOMĚJEV, A.: Požadavky zemědělské dopravy na polní cesty. [Zpráva Z-1009.] Praha, VÚZT 1973.

HODAČ, K.: Polní cesty. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1968. 124 s.

REGNER, J.: Příspěvek k řešení vztahu intenzity zemědělské dopravy a organizace cestní sítě. Sborník VŠZ Praha, fakulta agronomická, řada C zemědělské meliorace. Praha 1972.

Došlo dne 29. 8. 1974

БАРТОЛОМЕЕВ А. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Проверка метода автоматической регистрации интенсивности движения на с/х коммуникациях. Метод заключается в учете изменений индуктивности съемочной петли в дорожном покрытии, вызванных проездом металлической массы автомобиля над петлей. Учет производит неселективный регистратор проезда автомашин на телефонном счетчике. Для более подробного анализа протекающего движения на определенное время ввели метод учетной фотографии, заключающийся в соединении регистрационного аппарата со специальной кинокамерой, активизированной в момент проезда машины. Путем анализа фильмов определили виды проезжающих автомашин и их процентное содержание. Преимущества метода — в автоматической длительной эксплуатации и в замене рабочей силы. Результаты характеризуют достаточно точно интенсивность движения в изучаемой коммуникации.

Работа знакомит с результатами проверки метода автоматической регистрации интенсивности движения на с/х коммуникациях. Метод заключается в учете изменений индуктивности съемочной петли в дорожном покрытии, вызванных проездом металлической массы автомобиля над петлей. Учет производит неселективный регистратор проезда автомашин на телефонном счетчике. Для более подробного анализа протекающего движения на определенное время ввели метод учетной фотографии, заключающийся в соединении регистрационного аппарата со специальной кинокамерой, активизированной в момент проезда машины. Путем анализа фильмов определили виды проезжающих автомашин и их процентное содержание. Преимущества метода — в автоматической длительной эксплуатации и в замене рабочей силы. Результаты характеризуют достаточно точно интенсивность движения в изучаемой коммуникации.

с/х коммуникации; интенсивность движения; автоматическая регистрация интенсивности движения; индукционная петля; неселективный регистратор автодвижения; регистрационная фотография; регистрационная кинокамера

BARTOLOMĚJEV A. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy, Czechoslovakia). *Testing the Automatic Method of Traffic Intensity Recording on Farm Roads*. Zem. technika 21 (1) : 21-32, 1975.

The paper presents the results of tests performed to check the method of automatic traffic intensity recording on farm roads. The method is based on the recording of changes in the inductance of the sensing loop placed in road pavement; these changes are due to the metallic mass of vehicles passing over the loop. Vehicle passes are recorder by a non-selective pass recorder on a telephone call meter. For more detailed analysis of traffic, the method of recording photography, based on the combination of a recorder with a special camera activated in the moment

of vehicle passing, was used for certain time. The analysis of films determined the types of passing vehicles and their percentual proportions. Automatic operation for long periods of time and operation without hand labour are the main advantages of the method. The results obtained characterize the intensity of traffic on the road with sufficient accuracy.

farm roads; intensity of traffic; automatic recording of traffic intensity; induction loop; non-selective vehicle pass recorder; recording photography; recording film camera

BARTOLOMĚJEV A. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Prüfung der Methode für automatische Verkehrsintensitätsregistrierung auf landwirtschaftlichen Verkehrswegen*. Zem. technika 21 (1) : 21-32, 1975.

Die Arbeit informiert über die Prüfergebnisse der Methode für automatische Verkehrsintensitätsregistrierung auf landwirtschaftlichen Verkehrswegen. Die Methode besteht in der Registrierung der Induktionsvermögensänderungen der in der Fahrbahn gelegten Abtastschleife, die durch die Durchfahrt der Metallmasse der Fahrzeuge über die Schleife hervorgerufen wurden. Die Registrierung erfolgt auf einem Telephonzähler durch einen unselektiven Kraftwagen-Durchfahrtenregistrator. Für eine nähere Analyse des verlaufenden Verkehrs wurde für eine gewisse Zeit die Methode der Registrierphotographie angewendet, bestehend in einer Verbindung des Registriergeräts mit einer Spezialfilmkamera, die im Augenblick der Fahrzeugdurchfahrt aktiviert wurde. Mit einer Analyse der Filme wurden die Arten der durchfahrenden Fahrzeuge und deren perzentische Vertretung festgestellt. Ein Vorteil dieser Methode ist der automatische Betrieb bei langfristigem Einsatz und der Ersatz der Manualarbeiter. Die gewonnenen Ergebnisse charakterisieren die Verkehrsintensität auf dem verfolgten Verkehrswege mit ausreichender Genauigkeit.

landwirtschaftliche Verkehrswege; Verkehrsintensität; automatische Verkehrsintensitäts-Registrierung; Induktionsschleife; unselektiver Kraftwagen-Durchfahrtenregistrator; Registrierphotographie; Registrierfilmkamera

Adresa autora:

Ing. Alexandr Bartolomějev, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

J. Klíma

Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbát

KLÍMA J. *Akumulátorová trakce ve vnitropodnikové dopravě*. Zem. technika 21 (1) : 33-40, 1975.

V článku jsou uvedeny dva základní způsoby regulace otáček trakčních motorů: jednak změnou doby zapnutí tyristoru při konstantní frekvenci, jednak dvoupolohovou regulací. Druhý způsob je řešen analogovým počítačem. Jsou srovnány dynamické vlastnosti obou způsobů a z nich plynoucí výhody, resp. nevýhody. Při řízení otáček změnou střídání je ustálený proud periodický, lze jej rozvinout ve Fourierovu řadu. V případě dvoupolohové regulace působí regulátor jen po určitou dobu přechodného jevu, která je závislá na otáčkách motoru. Po překročení určitých otáček dojde k vyřazení regulace a motor se dostává na přirozenou charakteristiku.

regulace rychlosti; tyristorový spínač; akumulátorový vozík

PROBLEMATIKA AKUMULÁTOROVÉ TRAKCE

Nezávislá akumulátorová trakce se vyznačuje po elektrické stránce omezenou kapacitou zdroje s téměř konstantním napětím. Energie nashromážděná v akumulátorovém zdroji určuje akční rádius vozidla, tj. dráhu, kterou ujede hnací vozidlo bez zátěže s plně nabitým akumulátorem na vodorovné přímé trati.

Teoretický akční rádius pro vyráběné vozíky (Balcancar) je maximálně 50—70 km.

Širší možnosti použití těchto vozíků ve vnitropodnikové zemědělské dopravě brání především vysoká jezdová rychlost ($3-5 \text{ m s}^{-1}$). Rychlost u dosud vyráběných vozíků se reguluje zařazováním odporů zapojených v sérii s kotvou stejnosměrného motoru. Spíná se v několika stupních kontrolérem, tj. mechanickým rozpojením silového obvodu a zařazením jiného odporového stupně. Nehledě k tomu, že tento způsob řízení je nevhodný, neboť zvláště při častých rozjezdech se značná část energie maří v odporech, dochází při stupňovitěm zařazení odporu ke skoku tažné síly, v důsledku toho není jízda plynulá a zvláště při malých rychlostech je těžko ovladatelná. Naproti tomu je použití nezávislé trakce z hygienických hledisek především ve stájovém prostoru velmi výhodné (tichý chod, neprodukuje škodlivé látky, nezávislost na vnějším přívodu elektrické energie).

Ideální elektrický pohon pro trakční účely by měl mít tedy tyto základní elektrické vlastnosti:

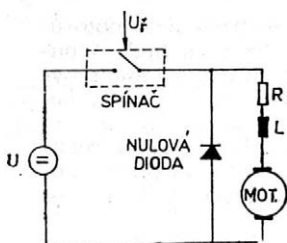
- vysokou energetickou účinnost,
- plynulý bezzářatový rozběh,
- schopnost vyvodit velké krouticí momenty při přetížení,
- schopnost účinného elektrického brzdění,
- bezzářatovou regulaci v plném rozsahu otáček.

Vlastnostem a), c) vyhovuje stejnosměrný motor se sériovým buzením. Splnění ostatních podmínek závisí na vhodném způsobu regulace.

Z uvedených důvodů nemůže silový obvod obsahovat odporů a proud motoru bude tedy regulován zásahy v napájecím stejnosměrném napětí. Tyto zásahy však nelze dělat mechanicky.

IMPULSNÍ REGULACE TRAKČNÍCH MOTORŮ

Princip pulsní regulace je sice již dlouho znám, ale teprve použití polovodičové techniky dokázalo vyřešit bezkontaktní spínání. Princip tohoto způsobu řízení je na obr. 1.



1. Princip pulsní regulace

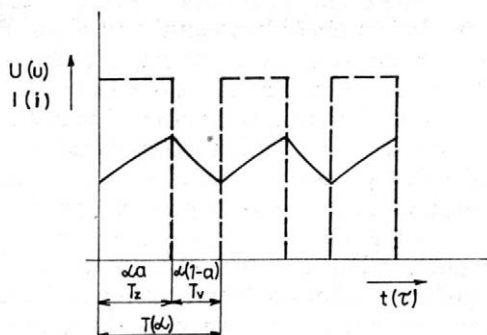
Stejnokměrné napětí z akumulátorového zdroje se impulsně zapíná na motor. Podle délky a počtu impulsů za jednotku času se mění střední hodnota napájecího napětí.

Při sepnutí spínače dochází k narůstání proudu tekoucího motorem, jehož průběh je závislý na parametrech obvodu (U , U_i , R , L). Aby při rozepnutí spínače neklesl proud na nulu, je paralelně k motoru zapojena takzvaná nulová dioda D_o , přes kterou se uzavírá proud v době, kdy napájecí napětí je odpojeno a klesá tedy podle exponenciální křivky.

Napětí a proud mají potom průběh podle obr. 2.

Hlavní částí silového obvodu je tyristorový stejnosměrný spínač (Ryant, First, 1969).

V současné době existuje řada zapojení tohoto spínače, která pracují na stejném principu — nucené komutaci stejnosměrného proudu. Spínač je vypínán vhodně nabitým kondenzátorem, připojeným ve vhodném okamžiku pomocným tyristorem.



2. Průběhy napětí a proudu při pulsní regulaci

--- průběh napětí
— průběh proudu

Pro trakční účely je důležitější otázka vlastního řízení. Tyristorový spínač může pracovat buď tak, že spíná s konstantní frekvencí $f = \frac{1}{T}$ a pomocí řídicího obvodu se mění doba zapnutí, a tím i střední hodnota napětí, nebo je vytvořena zpětná vazba a regulátor získává informaci o skutečné hodnotě proudu tekoucí motorem; tu pak srovnává s hodnotou žádanou, nastavenou např. pedálem řidiče. Spínání se pak děje v závislosti na této regulační odchylce pomocí dvoupolohové regulace proudu.

I když výsledným efektem v obou případech je plynulá regulace rychlosti, vlastnosti těchto obvodů jsou odlišné.

RÍZENÍ OTÁČEK ZMĚNOU POMĚRNÉ DOBY ZAPNUTÍ (STŘÍDY)

Při zjednodušujících předpokladech (nepřesycený stroj, neuvažován vliv vířivých proudů, vliv reakce kotvy, ideální polovodičové prvky) je chování sériového motoru popsáno soustavou rovnic

$$U = RI + L \frac{dI}{dt} + K_1 I \omega \quad [V] \quad (1)$$

$$K_2 I^2 = J \frac{d\omega}{dt} + M_z \quad [Nm] \quad (2)$$

Napětí U má průběh podle obr. 2.

Rovnice (1), (2) je výhodné převést do bezrozměrného tvaru, proud a moment jsou vztaženy na hodnoty nakrátko I_K , M_K .

Úpravou rovnic (1), (2) dostaneme tvar v bezrozměrných parametrech, který uvedl Hurych a Štecha (1968).

$$u = i + \frac{di}{d\tau} + vi \quad (3)$$

$$i^2 = \frac{1}{\delta} \cdot \frac{dv}{d\tau} + m_z \quad (4)$$

$$\tau = \frac{t}{Ta} \quad Ta - \text{časová konstanta kotvy} \quad [s]$$

$$v = \frac{\omega}{\omega_0} \quad \omega_0 - \text{otáčky při proudu } I = 0,5 I_K \quad [s^{-1}]$$

$$\delta = \frac{Ta}{Tm} \quad Tm - \text{elektromechanická časová konstanta} \quad [s] \quad (5)$$

$$a = \frac{T_1}{T} \quad a - \text{poměrná doba zapnutí (střída)}$$

$$\alpha = \frac{T}{Ta} \quad \alpha - \text{poměrná perioda pulsů}$$

V ustáleném stavu při konstantní rychlosti otáčení $v = \text{konst.}$ má napětí a proud průběh podle obr. 2, kde jednotlivé veličiny jsou vyjádřeny v bezrozměrném tvaru podle (5). Spínač spíná s konstantní frekvencí s nastavenou hodnotou střídavosti bez vlivu skutečné hodnoty proudu. S ohledem na dovolený vybíjecí proud zdroje musí v tomto případě existovat omezení proudu při rozběhu, což je nevýhoda tohoto způsobu řízení, neboť se obvod stává složitější a dražší.

Tyristorový spínač nelze úplně otevřít ($a = 1$ ani $a = 0$), protože je třeba určité šířky pulsu, která je dána dobou potřebnou k přebití vypínacího kondenzátoru.

Při konstantní rychlosti lze periodický průběh napětí podle obr. 2 rozvést ve Fourierovu řadu, která bude mít tvar

$$u(\tau) = au + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2u}{n\pi} \sin n\pi a \cdot \sin n\pi \left[\frac{2}{a} \tau - \left(a - \frac{1}{2n} \right) \right] \quad (6)$$

Dosadíme-li rovnici (6) do rovnice (3), dostaneme po úpravě pro proud kotvy při konstantních otáčkách vztah

$$i(\tau) = \frac{au}{1+v} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{au}{(n\pi)^2} \cdot \frac{\sin n\pi a}{\sqrt{1+C_n^2}} \cdot \sin \left(\frac{2\pi}{a} n\tau - n\pi a + \arctg C_n^2 \right) \quad (7)$$

$$\text{kde: } C_n = \frac{1+v}{2\pi n} \cdot a \quad (8)$$

Z rovnice (7) plyne, že průběh proudu obsahuje stejnosměrnou složku $\frac{au}{1+v}$ a střídavé složky jednotlivých harmonických. Amplituda střídavé složky, která zvětšuje efektivní hodnotu proudu kotvy, je závislá na střídě a , poměrné periodě pulsů a a poměrné rychlosti v .

Střední hodnota proudu určuje střední hodnotu momentu

$$m_s = i_s^2 = \left(\frac{au}{1+v} \right)^2 \quad (9)$$

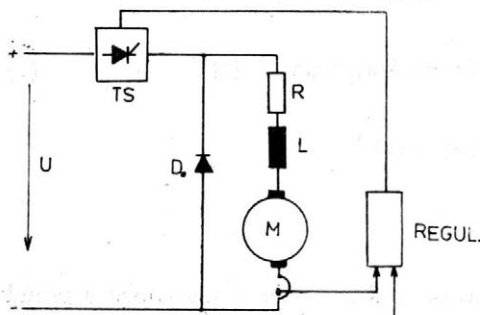
a tedy pro poměrnou hodnotu otáček platí

$$v = \frac{au}{\sqrt{m_s}} - 1$$

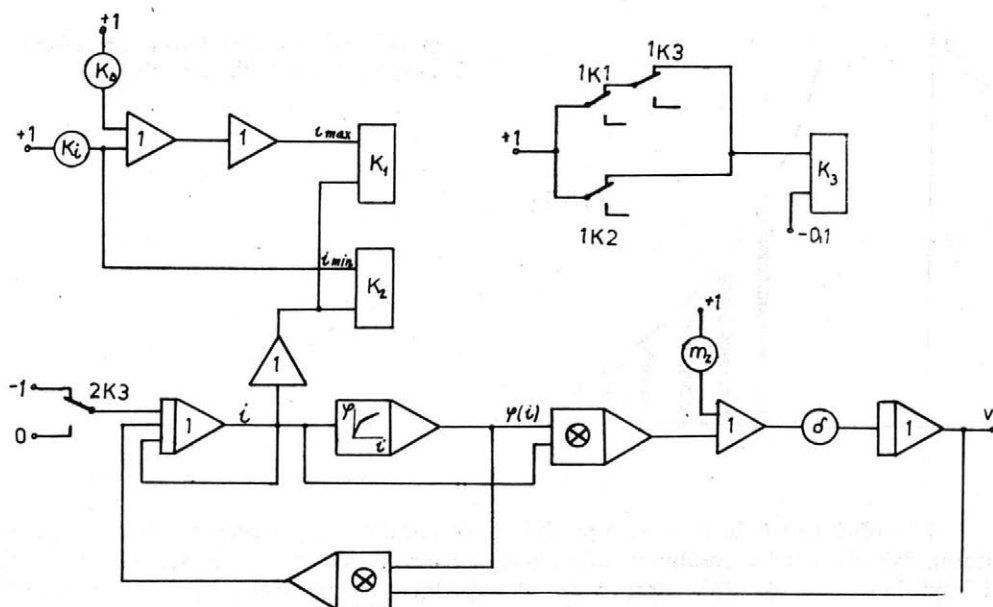
Tato hodnota je tedy stejná jako při řízení stejnosměrným napětím au . Stejně jako proud obsahuje hnací moment střídavé složky jednotlivých harmonických.

DVOUPOLOHOVÁ REGULACE PROUDU

3. Princip dvoupolohové regulace

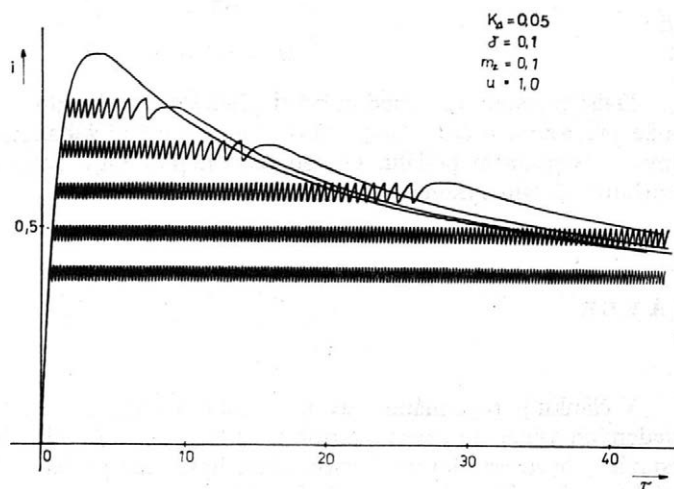


Základní schéma je na obr. 3. Regulátor srovnává skutečnou hodnotu proudu tekoucího motorem s hodnotou žádanou a podle polaritý regulační odchylky zapíná, resp. vypíná tyristorový spínač. Tento případ byl řešen analogovým počítačem. Analogové schéma odpovídající rovnicím (3), (4) je na obr. 4. Vliv nasycení mg-obvodu byl respekt-



4. Analogové schéma pro dvoupolohovou regulaci proudu

5. Časový průběh proudu při dvoupolohové regulaci

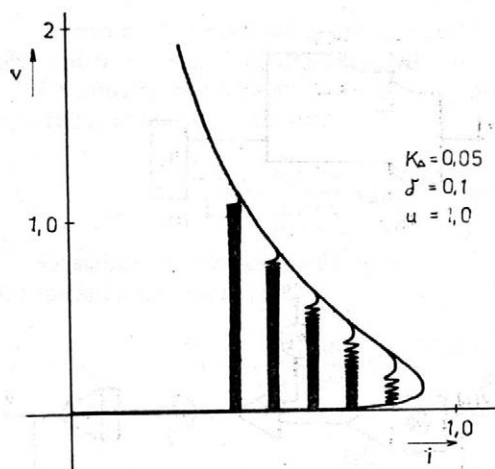


tovan normovanou magnetizační charakteristikou. Překlápění proudu při dosažení hranic i_{max} a i_{min} provádějí komparační zesilovače K_1 , K_2 , jejichž kontakty ovládají komparátor K_3 , který vykonává vlastní spínání zdroje.

Na obr. 5 je průběh proudu při rozběhu a na obr. 6 je otáčková charakteristika $v(i)$. Proti předcházejícímu případu (řízení změnou střidy) mají tyto průběhy podstatně rozdílné vlastnosti.

Především při rozběhu nemůže rozdíl $\Delta i = i_{max} - i_{min}$ překročit pevnou hodnotu, která se dá nastavit na regulátoru. Můžeme tedy nastavit optimální hodnotu kolísání proudu. Vzhledem k této vlastnosti, která je umožněna zavedením zpětné vazby do regulátoru, se bude měnit jak střída, tak i poměrná perioda, aby $\Delta i = konst.$

6. Otáčková charakteristika při různých žádaných hodnotách proudu



Z průběhu proudu na obr. 5 je zřejmé, že regulátor bude pracovat jen po určitou dobu. Jakmile otáčky dosáhnou určité hodnoty, proud kotvy nebude schopen vzrůstat, i když bude kontakt $2K_3$ sepnut, proud vypadne z regulace a přejde na přirozenou charakteristiku odpovídající plnému přiloženému napětí $u = 1$.

Otáčky, při nichž dojde k tomuto stavu, můžeme určit z podmínky vzrůstu proudu

$$\frac{di}{d\tau} > 0$$

tedy

$$u - i(1 + v) > 0$$

Další podstatnou výhodou proti předešlému případu je, že proud při rozběhu nemůže přestoupit určitou hodnotu danou maximální žádanou hodnotou, fixovanou např. plným sešlápnutím pedálu. Obvod tedy nepotřebuje omezovač proudu, neboť vlastní regulátor již sám vykonává tuto funkci.

Z A V Ě R

V článku je pojednáno o dvou způsobech regulace otáček trakčních motorů. Kromě uvedených výhod je druhý způsob také konstrukčně jednodušší, neboť regulátor se dá sestavit z hysterezního zesilovače, šířka hystereze je dána hodnotou Δi . Je však třeba vyřešit měřicí člen, který měří skutečné hodnoty proudu a musí galvanicky oddělit silové a řídicí části.

Tento měřicí člen je možné provést pomocí

- a) měřicího transduktoru proudu,
- b) magnetodiod,
- c) diodového modulátoru (stejnoseměrné napětí se přemění na střídavé, galvanicky se oddělí transformátorem a znovu usměrní).

Vzhledem ke konstrukční jednoduchosti se jeví jako nejvýhodnější použití měřicího transduktoru, pro který je však třeba navrhnout střídač pro vytvoření střídavého napětí. Podrobný rozbor dynamických vlastností jednotlivých způsobů uvedl Krčma (1973).

Seznam použitých značek

U	— napětí stejnosměrného zdroje [V]
I	— proud kotvy [A]
R	— odpor kotevního obvodu [Ω]
L	— indukčnost kotevního obvodu [H]
T_z	— doba sepnutí tyristorového spínače [s]
T_v	— doba rozepnutí tyristorového spínače [s]
T	— perioda spínání [s]
U_i	— indukované napětí kotvy [V]
ω	— mechanická úhlová rychlost [s^{-1}]
J	— moment setrvačnosti [$kg\ m^2$]
M_z	— záěžný moment [Nm]
u	— poměrná hodnota napětí
i	— poměrná hodnota proudu
v	— poměrná hodnota otáček
τ	— transformovaný čas
a	— poměrná doba zapnutí (střída)
α	— poměrná perioda impulsů
$\Delta i = i_{max} - i_{min}$	— kolísání proudu

Literatura

- HURYCH, J. — ŠTECHA, J.: Modelování pulsního řízení stejnosměrného stroje na analogovém počítači. *Elektrotechn. obzor* 1968, č. 3, s. 141-147.
- JANSA, F.: Deselektická vazba. TVV. Praha 1951, s. 17-20.
- JAUNET, C. — COUTHIERE, J. — HOLOGNE, H.: DC Choppers for railway applications. IEE — Conference publication. 1969, s. 289-296.
- KRČMA, A.: Dynamické vlastnosti galvanicky oddělujících čidel stejnosměrného proudu. *Automatizace* 1973, č. 6, s. 147-149.
- RYANT, J. — FIRST, A.: Impulsová regulace stejnosměrných trakčních motorů. Sborník výzkumných prací ČKD Praha. Praha 1969, s. 74-81. — Prospekty firmy BALCANCAR.

Došlo dne 10. 6. 1974

КЛИМА И. (Сельскохозяйственный институт, Прага Чехословакия). Аккумуляторная тяга при транспортировке внутри предприятия. *Zem. technika* 21 (1): 33-40, 1975.

В статье приводятся два основных способа регулирования оборотов тяговых двигателей: как при помощи изменения времени включения тиристора при постоянной частоте, так и при помощи двухпозиционного регулирования. Второй способ решен при помощи аналоговой вычислительной машины. Сравниваются динамические свойства обоих способов и вытекающие из них преимущества, или недостатки. При регулировании оборотов путем изменения импульсов постоянный ток периодический, его можно развить в ряд Фурье. В случае двухпозиционного регулирования действует регулятор только на протяжении определенного времени временного явления, которое зависит от оборотов двигателя. После превышения определенного количества оборотов наступает выключение регулирования и двигатель получает естественную характеристику.

регулирование скорости; тиристорный выключатель; аккумуляторная тележка

KLÍMA J. (University of Agriculture, Praha, Czechoslovakia). *Accumulator Traction in Intra-Enterprise Transport*. *Zem. technika* 21 (1): 33-40, 1975.

The article deals with two basic speed control methods of traction motors, viz. a) by changing the time of thyristor engagement at constant frequency and b) by on-off control. The latter method is solved by analogue computers. Dynamic properties of both methods and their advantages and disadvantages are compared. In speed control by means of repeat change periodical current is stabilized and

can be developed into Fourier series. In the case of on-off control the controller is active only for a certain time of the transient phenomenon, which depends on the engine speed. On exceeding certain speed the controller is put out of operation and the engine regains its natural characteristics.

speed control; thyristor switch; accumulator truck

KLÍMA J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha, Tschechoslowakei). *Akkumulatortraktion in der innenbetrieblichen Beförderung*. Zem. technika 21 (1) : 33-40, 1975.

In dem Artikel sind zwei Grundmethoden der Traktionsmotoren-Umdrehungsregulierung angeführt: erstens durch die Veränderung der Schaltzeit des Thyristors bei konstanter Frequenz, zweitens durch Zweilagenregulierung. Die zweite Methode wird mit einem Analogrechner gelöst. Es werden die dynamischen Eigenschaften der beiden Methoden und die aus ihnen folgenden Vorteile, bzw. Nachteile verglichen. Bei der Umdrehungsregelung durch Pausenverhältnisänderung ist der stabilisierte Strom periodisch und kann in die Fouriersche Reihe entwickelt werden. Im Falle der Zweilagenregulierung wirkt der Regulator nur für eine gewisse Zeit der vorübergehenden Erscheinung, die von den Motorumdrehungen abhängig ist. Nach der Überschreitung von gewissen Umdrehungen wird die Regulierung ausgeschaltet und der Motor erhält seine natürliche Charakteristik.

Geschwindigkeitsregulierung; Thyristorschalter; Elektrokarren

Adresa autora:

Ing. Jiří Klíma, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbátar

J. Semetko, I. Petranský, Š. Drabant

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

SEMETKO J., PETRANSKÝ I., DRABANT Š. *Racionálne ťahové skúšky traktorov*. Zem. technika 21 (1) : 41-54, 1975.

Ťahové vlastnosti traktorov sa zisťovali bodovou metódou na betónovej podložke a na valcovej stolici a spojitou metódou na valcovej stolici. V práci je opísaná použitá meracia technika a spôsoby merania sledovaných veličín pri jednotlivých metódach, záznam meraných veličín a ich spracovanie. Na záver sú vzájomne porovnané jednotlivé metódy pre zisťovanie ťahových charakteristík traktorov, tieto metódy sú zhodnotené a je daný návrh na ďalšie riešenie.

bodová metóda; spojitá metóda; valcová stolica; súradnicový zapisovač

Experimentálne merania v dôsledku prudkého vedeckotechnického rozvoja sa v čla častejšie používajú pre porovnanie teoretických riešení s praktickými výsledkami pri výskume a vývoji nových strojov a zariadení. U sériových výrobkov zase často experimentálne overujeme parametre, ktoré sú stanovené technickými podmienkami.

Vedeckotechnický rozvoj vyžaduje preto vysokú produktivitu experimentálnych meraní i spracovaní výsledkov. V záujme technického rozvoja je preto neustále potrebné dopĺňovať meracie i výpočtové zariadenia progresívnejšími a prispôbovať i metódy merania možnostiam a požiadavkám na spracovanie výsledkov. V súčasnosti musí byť samozrejmosťou používanie počítačov pri vyhodnocovaní nameraných výsledkov bez zbytočných prevodov subjektom a nie sú preto ani ojedinelé prípady nasadenia počítačov priamo do procesu merania. Nakoľko v niektorých prípadoch použitie počítačov je nedostupné, hľadajú sa také meracie metódy, ktoré sú dostupnejšie a dávajú dobré výsledky. Jednou z takýchto metód je aj tzv. „metóda spojitého snímání statických charakteristík“.

Uvedené skutočnosti vyvolávajú aj modernizáciu meracích zariadení i meracích metód získania ťahových charakteristík traktorov. V roku 1968 VŠZ Praha úspešne ukončila výskum urýchlených ťahových skúšok traktorov. Uspokojivé výsledky dosiahli metódou, pri ktorej bol traktor pri skúške zaťažovaný plynule od nuly do maxima. Použitá meracia a vyhodnocovacia technika však neumožnila využiť progres daný metódou.

S cieľom využiť prednosti metódy plynulého zaťažovania skúšaného traktora riešili sme otázku spojitého snímání ťahových charakteristík traktorov. Nakoľko plynulosť a rýchlosť zaťažovania skúšaného traktora sa ukázala limitujúcou pre hodnovernosť

Na meranie ťahovej sily traktora pri bodovej metóde na betóne sme použili združený mechanicko-tenzometrický snímač sily (obr. 1), ktorého elektrická časť so štyrmi aktívnymi tenzometrami bola zapojená na staticko-dynamickú tenzometrickú aparaturu TDA-6. Výstup z TDA-6 bol napojený na elektronický integrátor PAW fy August Fischer KG. Mechanická časť snímača s ukazovateľom veľkosti ťahovej sily umožňovala obsluhu plynule sledovať a meniť hodnotu ťahovej sily. Z hodnôt zaznamenaných integrátorom sme vypočítali strednú hodnotu ťahovej sily (pozri časť Experimentálne overenie).

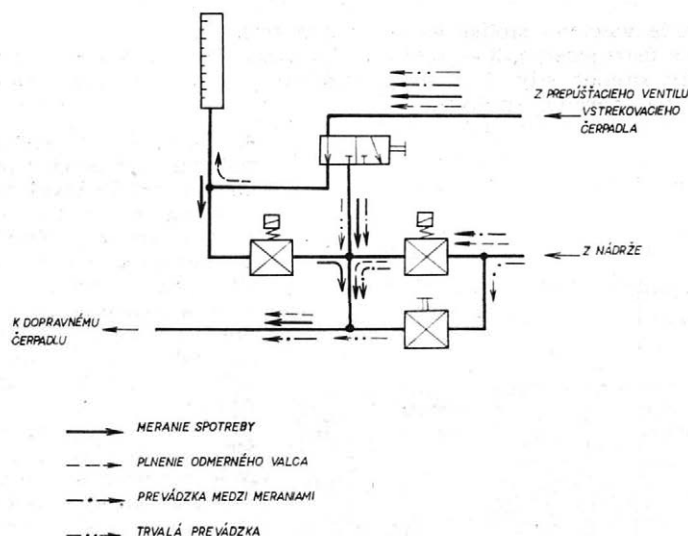
Snímač ťahovej sily bol pred meraním a po meraní ociachovaný v rozsahu 0—3000 kp. V danom rozsahu ciachovacia závislosť je lineárna.

Experimentálne meranie rýchlosti traktora sme uskutočnili pomocou dvoch prerušovačov z dynamobateriového zapalovania benzínových motorov. Na meranie teoretickej rýchlosti traktora sme použili prerušovač, ktorého pohon bol odvodený od vývodového hriadeľa traktora. Pojazdovú rýchlosť sme získali tým, že sme počítali počet prerušení prerušovača poháňaného od pomocného tzv. piateho kola prichyteného k traktoru pomocou trojbodového závesu. Tento spôsob uchytenia pomocného kola umožňoval dôkladné kopírovanie podložky a dokonalý styk s ňou. Použitý spôsob pohonu jednotlivých prerušovačov je zrejмый z obr. 1.

Pomocou prerušovača a konštantného zdroja elektrického prúdu vytvorené elektrické impulzy sa počítali dvoma čítačmi s predvolbou BM 363, takže po prejdení meracím úsekom sme získali celkový počet prerušení jednotlivých prerušovačov.

Súčasne sme merali pomocou elektrického integrátora čas, za ktorý prešiel skúšaný traktor meracím úsekom.

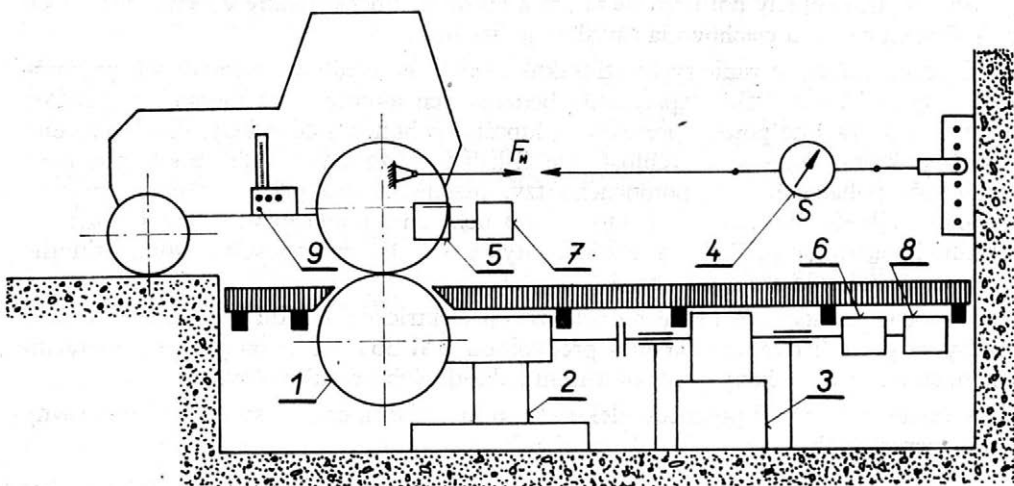
2. Funkčná schéma zariadenia na meranie spotreby paliva



Spotrebu paliva sme merali zariadením (obr. 2) vyvinutým a zhotoveným na Katedre motorov a traktorov VŠP v Nitre. Zariadenie bolo umiestnené na ľavej strane traktora a napojené na palivový systém traktora. Toto zariadenie umožňuje merať spotrebu paliva objemovou metódou pomocou diaľkového ovládania z meracieho vozidla. Plnenie odmerného valca sa uskutočňuje dopravným čerpadlom palivového systému traktora.

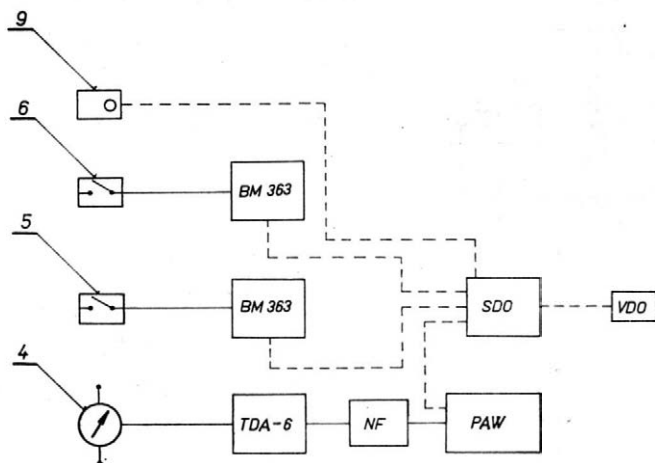
Ovládanie všetkých meracích zariadení bolo diaľkové, zlúčené do skrinky diaľkového ovládania (SDO) pomocou vypínača diaľkového ovládania (VDO). Tento vypínač diaľkového ovládania mohol byť riadený impulzmi z pomocného piateho kola traktora ako aj riadiacim pracovníkom. Plnenie palivomeru bolo taktiež diaľkovo ovládané.

Bodová metóda na valcovej stolici



3. Schematické znázornenie valcovej stolice so skúšaným traktorom

1 — valec, 2 — prevodové ústrojenstvo, 3 — hydraulická brzda DPX-4, 4 — združený mechanicko-tenzometrický snímač sily, 5, 6 — prerušovače, 7, 8 — tachodynamká K5A 3, 9 — zariadenie na meranie spotreby



4. Bloková schéma zapojenia meracích prístrojov pri bodovej metóde na valcovej stolici
4 — združený mechanicko-tenzometrický snímač sily, 5, 6 — prerušovač, 9 — zariadenie na meranie spotreby paliva, BM 363 — čítač s predvoľbou, TDA-6 — staticko-dynamická tenzometrická aparátúra, NF — aktívny dolnofrekvenčný filter, PAW — elektronický integrátor, SDO — skrinka diaľkového ovládania, VDO — vypínač diaľkového ovládania

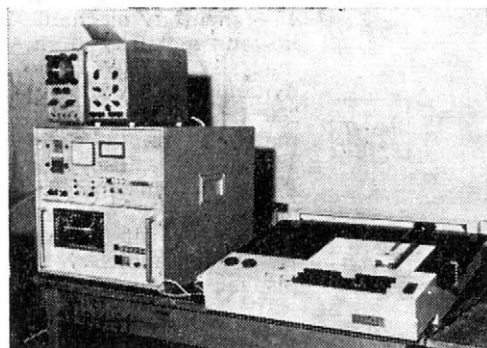
V záujme porovnania výsledkov získaných u toho istého traktora v teréne a v laboratórnych podmienkach pristúpili sme k imitácii ťahových skúšok v laboratóriu na špeciálnej stolici.

Meranie sme uskutočnili na valcovej stolici navrhnutej a zhotovenej na KMT — VŠP Nitra. Schematické znázornenie valcovej stolice so skúšaným traktorom je na obr. 3.

Valcová stolica umožňuje plynulú zmenu zaťaženia traktora. Valce (1) majú priemer 1 m a sú namontované namiesto hnacích kolies kompletného prevodu (2) traktora Z-35 S, ktorého výstupný hriadeľ je spojený s hriadeľom hydraulickej brzdy DPX-4 (3). Nastavenie zaťaženia hydraulickej brzdy sa uskutočňuje diaľkovo ovládaným variátorom podľa zvoleného programu.

Ťahovú silu traktora sme merali snímačom (4), otáčky vývodového hriadeľa pomocou prerušovača (5) a otáčky hriadeľa brzdy prerušovačom (6). Bloková schéma zapojenia meracích prístrojov je na obr. 4.

Časť meracích prístrojov (elektronický integrátor PAW, súradnicový zapisovač BAK 4 T) použitých pri tejto metóde je vidieť na obr. 5.



5. Pohľad na elektronický integrátor PAW a súradnicový zapisovač

Pri tejto metóde snímania ťahových vlastností traktora sme použili tie isté prístroje a zariadenia ako je to uvedené v predchádzajúcej bodovej metóde. Metóda merania ťahovej sily je teda zhodná s predchádzajúcou metódou.

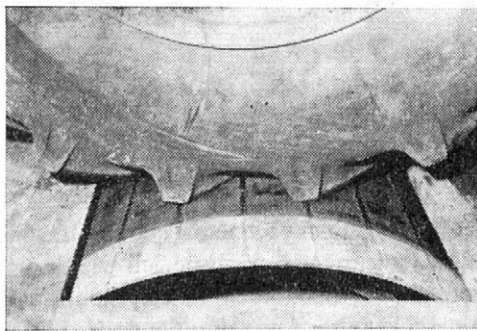
Na meranie teoretickej rýchlosti traktora sme opäť použili prerušovač poháňaný od vývodového hriadeľa traktora. Pojazdovú rýchlosť traktora sme určili pomocou počtu prerušení prerušovača umiestneného na hriadeľ brzdovej stolicy. Celkový počet príslušných impulzov vytvorených prerušovačmi sme zaznamenali tak, ako je to uvedené pri predošlej metóde.

Spotrebu paliva sme merali zariadením uvedeným pri bodovej metóde na betóne.

Celkový pohľad na traktor umiestnený na valcovej stolici je na obr. 6. a detailný pohľad styku pneumatiky s valcom je vidieť z obr. 7.

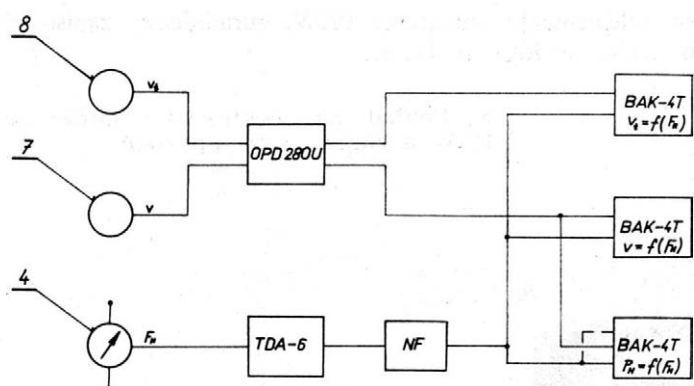


6. Celkový pohľad na traktor umiestnený na valcovej stolici



7. Detailný pohľad styku pneumatiky s valcom

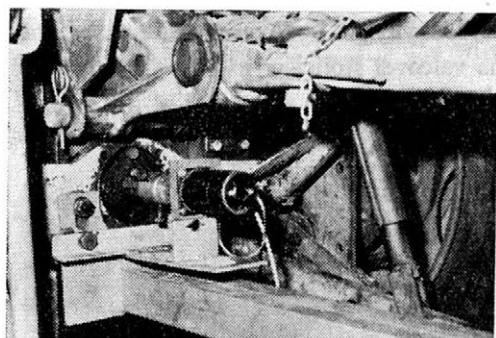
Ťahovú silu pri tejto metóde sme snímali kontinuálne združeným tenzometrickým snímačom sily, ktorý bol napojený na staticko-dynamickú aparatúru TDA-6 a zaznamenávali cez aktívny dolnofrekvenčný filter na súradnicové zapisovače BAK 4 T firmy ARITMA (obr. 8).



8. Bloková schéma zapojenia meracích prístrojov pri spojitaj metóde na valcovej stolici 4 — združený mechanicko-tenzometrický snímač sily, 7, 8 — tachodynamká K5A 3, OPD 280 U — osciloskop pomalobežných dejov, TDA-6 — staticko-dynamická tenzometrická aparatóra, NF — dolnofrekvenčný filter, BAK-4T — súradnicový zapisovač

Príslušné rýchlosti traktora (teoretickú a pojazdovú) sme pri tejto metóde snímali ťahových charakteristik merali pomocou tachodynám typu K 5 A 3. Tachodynámá boli zapojené cez jednosmerné zosilňovače pomalobežného osciloskopu OPD 280 U na príslušné vstupy súradnicových zapisovačov BAK 4 T.

Pred meraním a po meraní sme tachodynámá očiachovali v danom rozsahu otáčok. Ich ciachovacie závislosti sú lineárne. Umiestnenie tachodynám je zhodné s umiestnením prerušovačov u predchádzajúcich metód snímání ťahových vlastností traktora (obr. 3). Pohľad na tachodynamko umiestnené na vývodovom hriadeľi traktora je na obr. 9.



9. Pohľad na tachodynamko umiestnené na vývodovom hriadeľi traktora

Spotrebu paliva sme pri spojitaj metóde na valcovej stolici nemerali, pretože v dobe skúšok sme nemali k dispozícii vhodný prietokomer paliva. V súčasnosti sa končia overovacie a ciachovacie skúšky kontinuálneho prietokomeru ZHM 02 firmy Küpers na našej katedre. Ako tomu doterajšie výsledky skúšok nasvedčujú, bude možné uvedený prietokomer použiť pri spojitaj metóde na valcovej stolici, a tým dosiahnuť aj kontinuálny záznam hodinovej spotreby paliva v závislosti od ťahovej sily.

EXPERIMENTÁLNE OVERENIE

Pomocou uvedených zariadení a meracích prístrojov sme v súlade s metodickým postupom riešenia experimentálne overili klasickú metódu merania technicko-exploatačných vlastností traktora na betóne, ďalej bodovú metódu na valcovej stolici a spojitú metódu na valcovej stolici.

Meranie bodovou metódou na betóne

Pri tejto metóde sme použili ako brzdiaci a zároveň aj merací voz skriňový automobil P-V3S. Meranie sme uskutočnili na betónovej ceste v areáli VŠP Nitra podľa metodiky danej normou ČSN 30 0415. Veľkosť zatažovacej sily vodič brzdiaceho vozidla na prípravnom úseku nastavil orientačne podľa ručičkového prístroja, ktorý bol umiestnený v jeho kabíne. Na začiatku meracieho úseku pomocou spínača diaľkového ovládania boli uvedené do činnosti súčasne oba čítače BM 363 a elektronický integrátor PAW a zastavené na konci meracieho úseku (obr. 1). Po každej meracej jazde sme odčítali celkový počet impulzov na jednotlivých čítačoch a zaznamenali pomocou tlačiarne integrovanú hodnotu meracej sily a čas integrácie.

Po ukončení skúšok sme namerané hodnoty spracovali a znázornili graficky. Jednotlivé ťahové sily F_H pre sledované prevodové stupne sme vypočítali podľa vzťahu (1) (Fischer, 1970):

$$F_H = kc \left(5 - \frac{2 \cdot Z_B}{Z_T} \right) \quad [\text{kp}] \quad (1)$$

kde: Z_B — integrovaná hodnota $[\text{V} \cdot \text{s}]$

Z_T — čas integrácie $[\text{s}]$

kc — prepočítavacia konštanta $[\text{kp} \cdot \text{V}^{-1}]$

Prepočítavaciu konštantu kc sme získali z ciachovacej závislosti snímača ťahovej sily.

Pri výpočte teoretickej rýchlosti traktora v_t sme vychádzali zo vzťahu:

$$v_t = 0,377 \cdot \frac{n}{i_c} \cdot r_B \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

kde: n — otáčky motora traktora $[\text{min}^{-1}]$

r_B — účinný polomer hnacích kolies traktora $[\text{m}]$

i_c — celkový prevodový pomer medzi spojovým hriadeľom a hnacími kolesami

Otáčky motora sme určili zo vzťahu (Semetko, 1974):

$$n = \frac{60 \cdot X_v \cdot i_o}{k \cdot t} \quad [\text{min}^{-1}] \quad (3)$$

kde: X_v — počet impulzov nameraných na vývodovom hriadeľi za čas t

t — čas merania $[\text{s}]$

i_o — prevodový pomer medzi spojovým a vývodovým hriadeľom

k — počet prerušení na 1 otáčku hriadeľa (v našom prípade $k = 4$) prerušovača

Pri výpočte pojazdovej rýchlosti traktora sme vychádzali zo vzťahu:

$$v = 22,61 \cdot \frac{x_5}{k \cdot t \cdot i_5} \cdot r_5 \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4)$$

kde: x_5 — počet impulzov nameraných na piatom kolese za čas t

i_5 — celkový prevod medzi hriadeľom prerušovača a hriadeľom piateho kola

r_5 — dynamický polomer piateho kola $[\text{m}]$

k — počet prerušení na 1 otáčku hriadeľa prerušovača

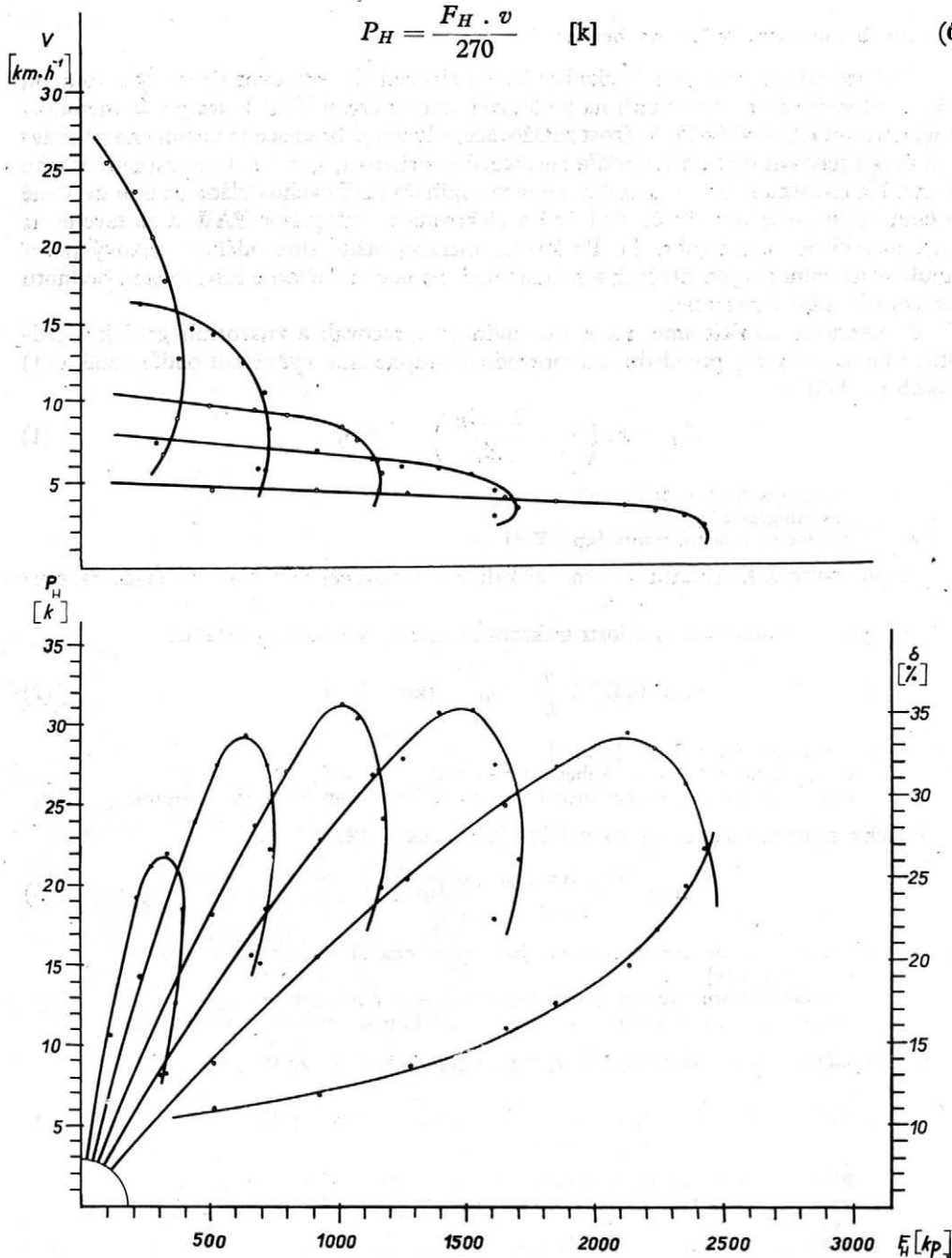
t — čas merania $[\text{s}]$

Preklz traktora sme vypočítali zo vzťahu:

$$\delta = l - \frac{v}{v_t} \quad (5)$$

Pre výpočet ťahového výkonu traktora sme použili vzťah:

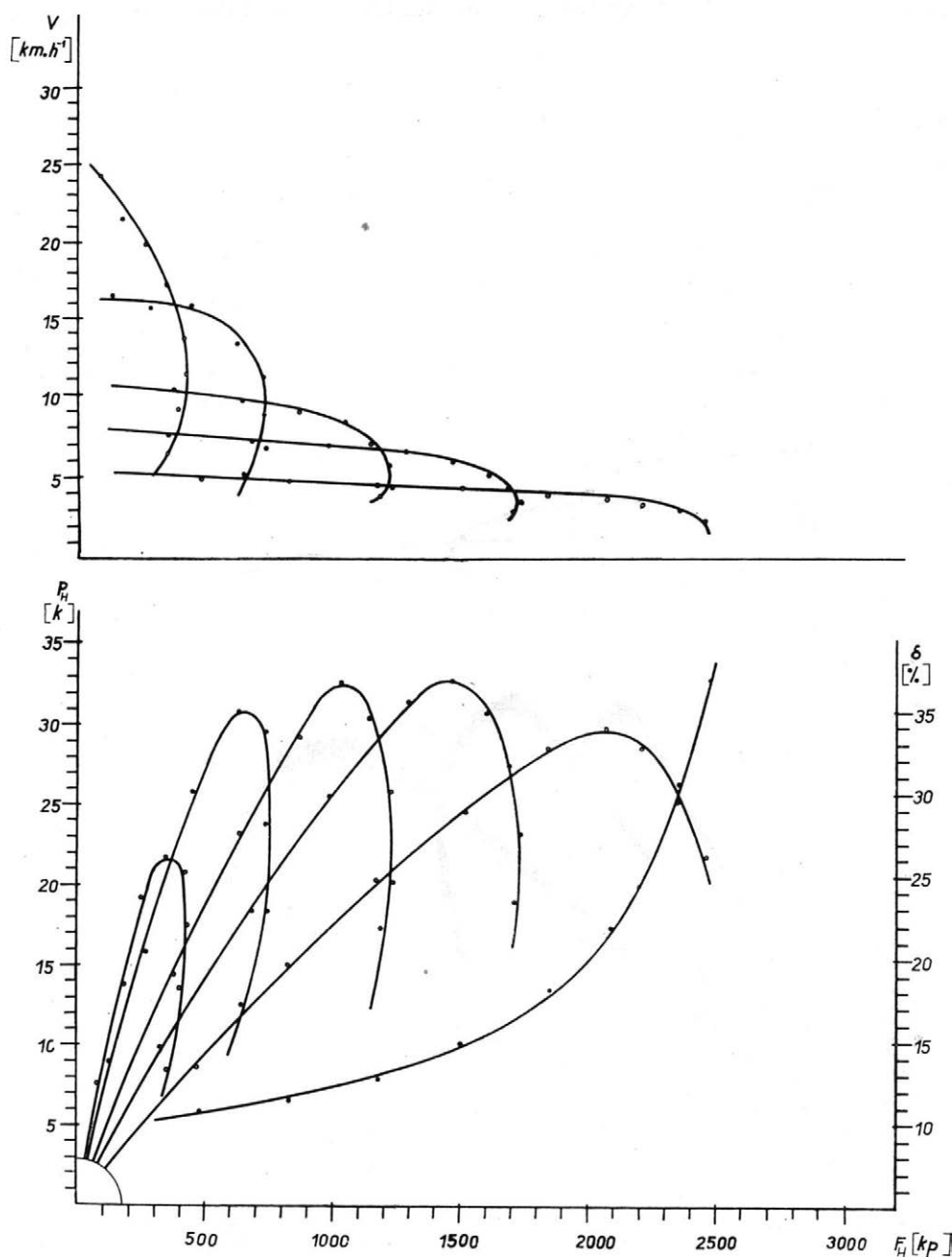
$$P_H = \frac{F_H \cdot v}{270} \quad [\text{k}] \quad (6)$$



10. Ťahová charakteristika traktora Z-5511 získaná bodovou metódou na betónovej podložke

Mernú a hodinovú spotrebu paliva sme nevyhodnocovali preto, že nebolo možné uskutočniť porovnanie výsledkov so spojitou metódou na valcovej stolici z príčin, ktoré sme už uviedli.

Grafické spracovanie výsledkov je na obr. 10.

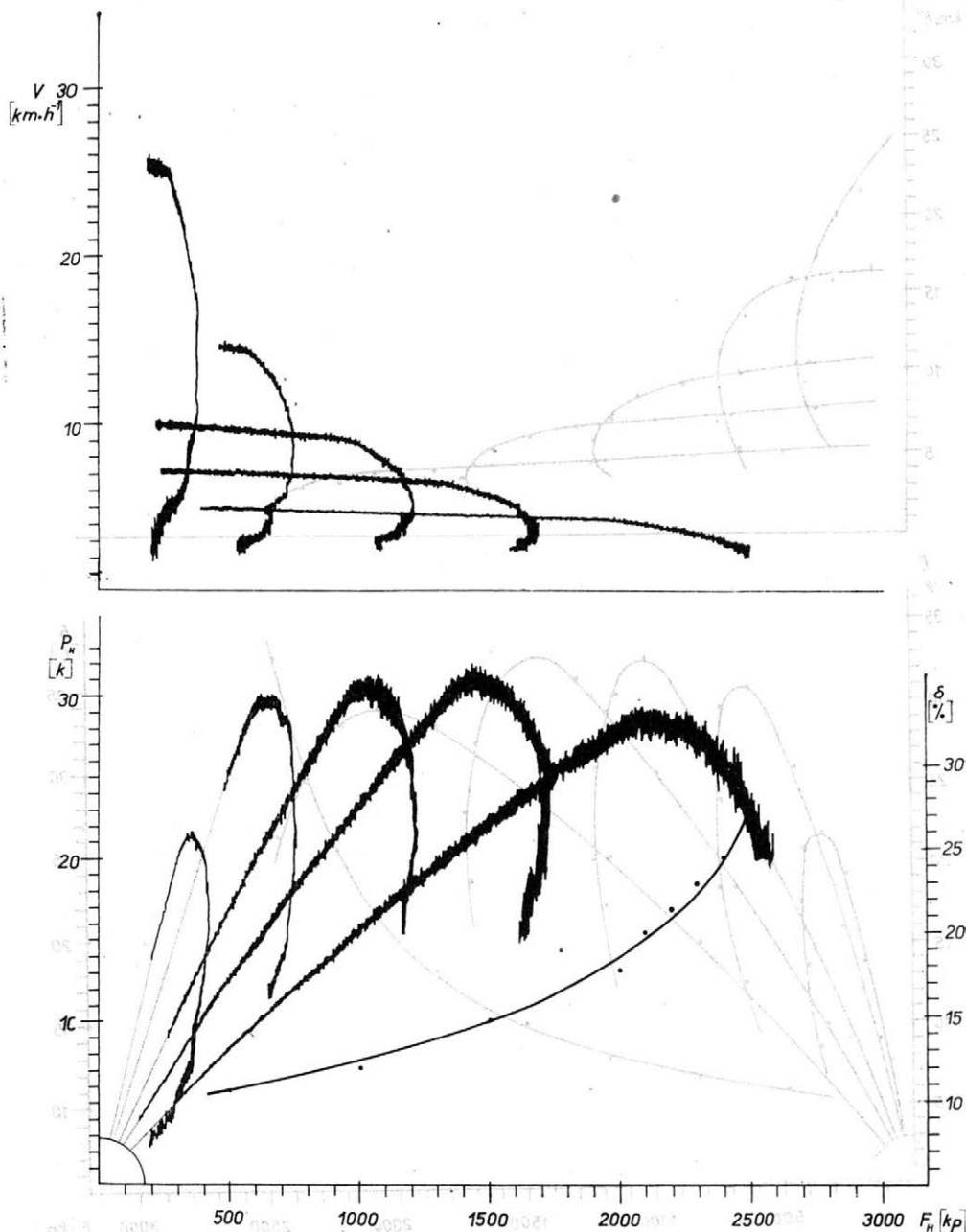


11. Ťahová charakteristika traktora Z-5511 získaná bodovou metódou na valcovej stolici

Meranie ťahovej charakteristiky bodovou metódou na valcovej stolici

Meranie uskutočnené na valcovej stolici bodovou metódou sme priamo spracovávali zariadeniami použitými pri meraniach bodovou metódou na betóne.

Ťahovú silu sme získali integrovaním „elektronickým integrátorom PAW“ a vypočítavali podľa vzťahu (1), teoretickú rýchlosť sme určovali zo vzťahu (2), pričom potreb-



12. Ťahová charakteristika traktora Z-5511 získaná spojitou metódou na valcovej stolici bez použitia dolnofrekvenčného filtra

ný počet impulzov X_V sme odčítali z „čítača s predurčením BM 363“; skutočnú rýchlosť sme vypočítavali zo vzťahu:

$$v = 22,61 \cdot \frac{x_b}{k \cdot t \cdot i_b} \cdot r_b \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (7)$$

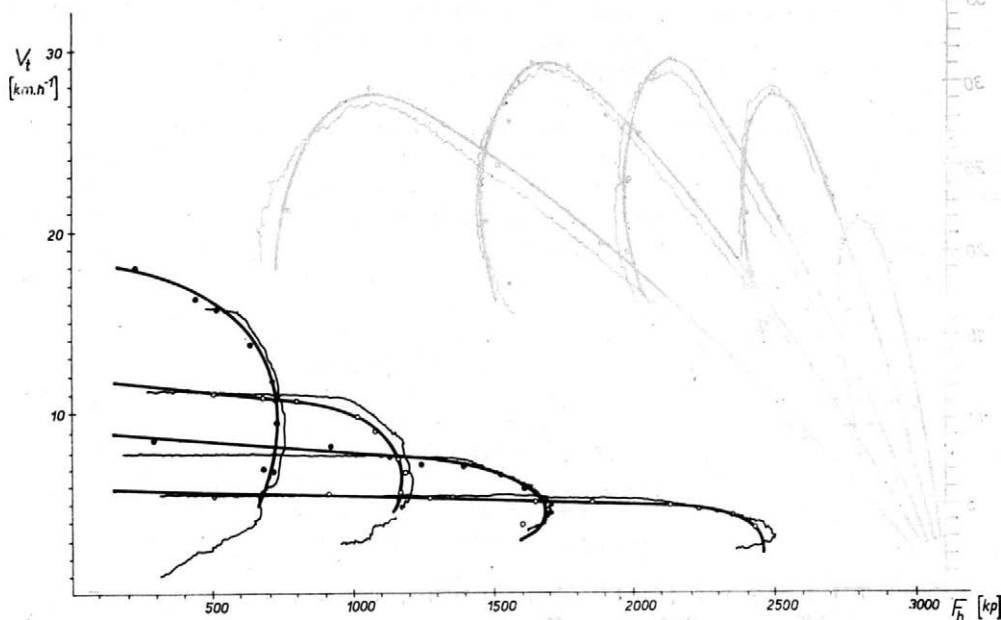
kde: x_b — počet impulzov nameraných na hriadeľ brzdy za čas t
 t — čas merania [s]
 k — počet prerušení na 1 otáčku hriadeľa prerušovača
 i_b — prevodový pomer medzi hriadeľom brzdy a hriadeľom valcov
 r_b — polomer valcov [m]

Preklz traktora sme určili podľa vzťahu (5) a ťahový výkon podľa vzťahu (6). Spracované výsledky sú graficky znázornené na obr. 11.

Meranie ťahovej charakteristiky spojitou metódou na valcovej stolici

Meranie sme uskutočnili na valcovej stolici (obr. 3). Na meranie otáčok vývodového hriadeľa a hriadeľa brzdy sme použili tachodynamkú (7, 8). Blokové schéma zapojenia použitých meracích prístrojov je na obr. 5.

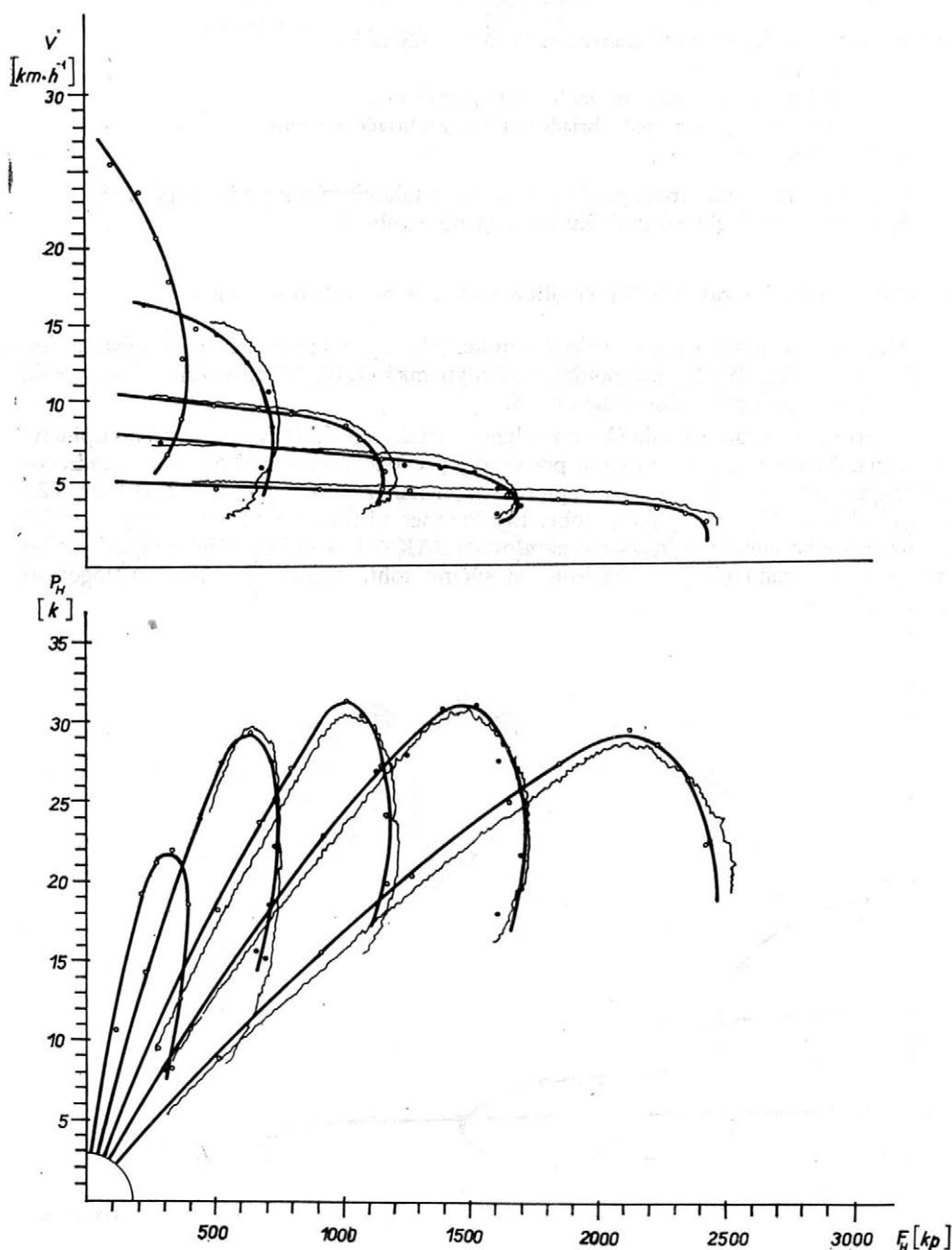
Po príprave traktora ku skúške sme plynule zaťažovali skúšaný traktor až do úplného ubrzdzenia. Merania sme uskutočnili pre všetky prevodové stupne. Pomocou súradnicových zapisovačov sme priamo na papier zaznamenali závislosť $P_H = f(F_H)$ (obr. 12), $v = f(F_H)$ (obr. 12) a $v_t = f(F_H)$ (obr. 13). Pri meraní funkčnej závislosti $P_H = f(F_H)$ sme využili schopnosť súradnicového zapisovača BAK 4 T, ktorý umožňuje zápis jedného analógového signálu (F_H) v závislosti od súčinu tohto signálu s ďalším analógovým signálom (v).



13. Pribehy teoretickej rýchlosti traktora v závislosti od ťahovej sily, získané pomocou súradnicového zapisovača pri spojitý metóde na valcovej stolici s použitím dolnofrekvenčného filtra a bodovou metódou na valcovej stolici

Grafické znázornenie ťahovej charakteristiky získanej pomocou bodovej metódy a súradnicového zapisovača BAK 4 T je na obr. 14.

Funkčné závislosti $P_H = f(F_H)$ a $v = f(F_H)$ boli získané jednak bez použitia dolnofrekvenčného filtra (obr. 12) a s cieľom lepšie vzájomne porovnať výsledky aj za použitia



14. Porovnanie ťahovej charakteristiky traktora Z-5511 získanej pomocou bodovej metódy a spojitkej metódy na valcovej stolici

dolnofrekvenčného filtra (obr. 14). Pre vyfiltrovanie vyšších frekvencií nežiadúcich zložiek meraného signálu sme použili aktívny dolnofrekvenčný filter typ THP BN 6303.5/FN firmy August Fischer KG.

Z dôvodu, aby nebolo potrebné uskutočňovať korekciu ťahových síl od účinku rotačných hmôt sme čas zaťažovania volili tak, aby spomalenie traktora neprekročilo hodnotu $0,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (Grečenko 1968).

DISKUSIA A ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Porovnanie jednotlivých metód pre zisťovanie ťahových charakteristík traktorov sme uskutočnili z nasledovných hľadísk:

- z hľadiska spotreby času na meranie,
- z hľadiska náročnosti na priestor,
- z hľadiska potreby počtu pracovníkov,
- z hľadiska porovnateľnosti skúšok,
- z hľadiska potreby množstva práce potrebnej na spracovanie nameraných výsledkov.

Z hľadiska spotreby času na meranie najnáročnejšie vychádzajú ťahové skúšky robené na betónovej dráhe (7,5 h). Na druhom mieste čo do spotreby času je ťahová skúška na valcovej stolici (4 h) a najmenej času vyžadovala ťahová skúška spojitou metódou na valcovej stolici (50 min).

Z hľadiska potreby počtu pracovníkov najmenej náročné sú metódy uskutočňované na valcovej stolici (minimálne dva pracovníci, optimálne tri pracovníci). Metóda uskutočňovaná na betónovej podložke vyžaduje minimálne štyroch pracovníkov a je najnáročnejšia aj na organizačné a technické zabezpečenie merania.

V rámci RVHP je betón jedna z podložiek, ktoré sa odporúčajú pre ťahové skúšky traktora. Nakoľko skúšky v laboratórnych podmienkach nie sú ešte tak rozšírené a rozpracované, nie je možné len jednoducho ich navzájom porovnávať. So zreteľom na to, že laboratórne podmienky umožňujú dokonale zabezpečiť rovnaké skúšobné stolice a podmienky meraní, je možné predpokladať, že po stanovení normy na valcoch bude zabezpečená lepšia porovnateľnosť ako u metódy na betónovej podložke. Z nameraných výsledkov vyplýva, že nie je možné porovnávať výsledky získané na betónovej dráhe s výsledkami získanými na neupravených valcoch. Odlišnosť ťahových charakteristík získaných na betónovej dráhe a na valcoch je najmä v oblasti vyšších ťahových síl ($\delta = 16\%$). Výsledky s upravenými povrchmi valcov však dávajú zhodné výsledky ako na betóne. Je otázne, či sa budú v budúcnosti povrchy valcov vôbec upravovať, keď ani betón nie je typická poľnohospodárska podložka. Ak porovnáme ťahovú charakteristiku získanú bodovou metódou na valcovej stolici s ťahovou charakteristikou získanou spojitou metódou na valcovej stolici, sú výsledky takmer zhodné. Maximálne odchýlky priebehu preklzov boli v rozmedzí 1–1,4 % a rozdiel ťahových výkonov v oblasti maximálnych hodnôt je 1–1,5 k. Na výsledky merania nemala vplyv ani teplota styčných plôch hnacích kolies traktora s kovovými bubnami valcovej stolice. K tomuto záveru sme dospeli na základe opakovaných meraní, ktoré sme robili v 30 min. intervaloch, počas ktorých bol traktor zaťažovaný ťahovou silou $F_H = 1500 \text{ kp}$. Preklz sa nemenil a z tohto dôvodu môžeme preukazne tvrdiť, že teplota, ktorá vzniká pri prenose výkonu cez valce, nemá vplyv na presnosť uskutočnených meraní.

Z hľadiska potreby množstva práce potrebnej na vyhodnotenie a spracovanie nameraných výsledkov najvýhodnejšie vychádza spojitá metóda na valcovej stolici, a to z dôvodu, že zakreslenie ťahovej charakteristiky sa uskutoční priamo počas merania súradnicovými zapisovačmi BAK 4 T. Po ukončení merania stačí už iba určiť dĺžkové mierky

jednotlivých meraných veličín a vypočítať preklz traktora a zakresliť ho do príslušnej ťahovej charakteristiky. Pokiaľ je k dispozícii delička analógových veličín, aj preklz traktora v závislosti od ťahovej sily je možné za použitia ďalšieho súradnicového zapisovača zaznamenať počas merania.

Literatura

GREČENKO, A.: Výzkum urychlené metody tahových zkoušek nové řady traktorů. [Výzkumná zpráva úkolu č. A-O-22-106/2]. Praha 1968.

FISCHER, A.: Návod k obsluze vyhodnocovacího přístroje PAW. 1970.

SEMETKO, J.: Teória traktorov. Edičné stredisko VŠP Nitra 1972.

SEMETKO, J.: Štúdium a výskum metód merania niektorých technickoexploatačných vlastností traktora meracím magnetofónom. [Záverečná správa fakultnej výskumnej úlohy F-508]. Nitra 1974.

ON 300 415, Metodika výkonových a ťahových skúšok traktora. 1967.

Došlo dne 4. 9. 1974

SEMETKO J., PETRANSKI I., DRABANT Š. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Непрерывный метод измерения тяговых характеристик в лабораторных условиях. Zem. technika 21 (1) : 41-54, 1975.

Тяговые свойства тракторов определялись при помощи точного метода на бетонной подставке, при помощи точного метода на вальцовом станке и при помощи непрерывного метода на вальцовом станке. В работе описываются применяемая измерительная техника и способы измерения изучаемых величин у отдельных методов, записывание измеренных величин и их обработка. В заключение производится взаимное сравнение отдельных методов для определения тяговых характеристик тракторов, этим методам дана оценка; в работе имеется проект дальнейшего решения.

точный метод; непрерывный метод; вальцовый станок; координатный самописец

SEMETKO J., PETRANSKÝ I., DRABANT Š. (University of Agriculture, Nitra, Czechoslovakia). Continuous Method of Recording Traction Characteristics in Laboratory Conditions. Zem. technika 21 (1) : 41-54, 1975.

Traction properties of tractors were determined by scoring method on a concrete base, scoring method on a roll stand and continuous method on a roll stand. The paper describes the measuring technique and methods of measuring the quantities followed in the individual methods, recording of the quantities measured and their processing. In the conclusion the individual, mutually compared methods of determining traction characteristics of tractors are evaluated and a suggestion of further solution is submitted.

scoring method; continuous method; roll stand; x-y plotter

SEMETKO J., PETRANSKÝ I., DRABANT Š. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra, Tschechoslowakei). Kombinierte Methode der Zugcharakteristikabtastung in Laborbedingungen. Zem. technika 21 (1) : 41-54, 1975.

Die Zugeigenschaften wurden mit der Punktmethode auf einer Betonunterlage, der Punktmethode auf einem Walzenstuhl und mit der kombinierten Methode auf dem Walzenstuhl festgestellt. In der Arbeit wurde die eingesetzte Meßtechnik und die Meßmethoden für die verfolgten Größen bei den einzelnen Methoden, die Aufnahme der gemessenen Größen und deren Bearbeitung beschrieben. Zum Schluß werden die einzelnen Methoden für Feststellung der Traktoreneigenschaften untereinander verglichen, diese Methoden werden vereinheitlicht und eine weitere Lösung vorgeschlagen.

Punktmethode; kombinierte Methode; Walzenstuhl; Koordinatenschreiber

Adresa autorů:

Doc. ing. Jozef Semetko, CSc., ing. Ivan Petranský, ing. Štefan Drabant, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

MĚŘENÍ VAZKOSTI, MEZNÍHO TEČNÉHO NAPĚTÍ A MĚRNÉ HMOTNOSTI U VÝKALŮ PRASAT

J. Tobišková, T. Jelínek

Výzkumný ústav pro chov prasat, Kostelec nad Orlicí

TOBIŠKOVÁ J., JELÍNEK T. Měření vazkosti, mezního tečného napětí a měrné hmotnosti u výkalů prasat. Zem. technika 21 (1): 55-61, 1975.

Výsledkem měření fyzikálních vlastností směsi výkalů a moče od výkrmových prasat a statistickým zpracováním údajů byly získány průkazné vztahy mezi měřenými veličinami. Závislost dynamické vazkosti na sušině výkalů je charakterizována vztahem $\eta = 9,1663 (s - 2,54) (N s m^{-2})$, kde: s — sušina výkalů (%). Vztah je prokázán v rozsahu od 3 do 16 % sušiny výkalů. Závislost mezního tečného napětí na vazkosti výkalů je vyjádřena vztahem $\tau = 4,8623 + 0,0224 \cdot \eta (N m^{-2})$, který platí v rozmezí od 3 do 16 % sušiny výkalů. Závislost měrné hmotnosti výkalů na sušině výkalů je charakterizována vztahem $\rho = 1035,16 + 2,047 \cdot s (kg m^{-3})$, který platí v rozsahu od 1,26 do 19,33 % sušiny výkalů. Popsané vztahy platí pro rychlost proudění výkalů do $1,35 m s^{-1}$. Dynamickou vazkost a mezní tečné napětí jsme měřili rotačním viskozimetrem zvláštní konstrukce, popsaným v práci.

výkaly prasat; dynamická vazkost; mezní tečné napětí; sušina

Při projekci hydromechanických systémů odkluzu výkalů je třeba pro teoretické výpočty znát fyzikální vlastnosti charakterizující suspenzi výkalů, moči a vody z hlediska jejího tečení vyvolaného působením hydrostatických sil.

Pro zjištění vazkosti výkalů, mezního tečného napětí a měrné hmotnosti měřili jsme tyto veličiny a zjišťovali jejich vzájemnou závislost.

Dosud uveřejněné údaje o reologických vlastnostech prasečích výkalů jsou kusé a neposkytují informace o vzájemných souvislostech mezi fyzikálními vlastnostmi této látky.

Měrnou hmotnost prasečích výkalů stanovil Ramacsay (1972) vztahem $\rho_v = 985 + 7,14 (100 - W) kg \cdot m^{-3}$. Podle autora vzrůstá objemová hmotnost výkalů v intervalu od 88 do 97,5 % vlhkosti na 1 % přírůstků sušiny o $7,14 kg \cdot m^{-3}$.

Údaje dynamické vazkosti prasečích výkalů při malých rychlostech nejsou k dispozici, pro vyšší rychlosti zjistil Ramacsay (1972) čerpacími pokusy viskozitu v hranicích 2,95 až $4,70 N \cdot s \cdot m^{-2}$ při 95,8% obsahu vody a rychlosti proudění 2,91 až $3,96 m \cdot s^{-1}$.

Doklady o měření mezního tečného napětí jako ukazatele tekutosti prasečích výkalů odborná literatura neobsahuje.

Vliv sušiny na reologické vlastnosti prasečích výkalů nebyl dosud sledován. U výkalů skotu zjistili prokazatelné závislosti Zujev a Těkučeva (1971), Doležal (1972), Lommatzsch (1969) a jiní.

Vazkost a mezní tečné napětí výkalů bylo měřeno za provozu ve stájových podroštových kanálech. Měřicí místa v kanálech byla vždy na začátku, uprostřed a na konci; v těchto místech bylo provedeno měření u hladiny výkalů, ve středu a u dna. Popsaným rozložením měřicích míst se zajistily reprezentativní údaje z každého kanálu a dále dostatečný počet údajů vazkosti z hlediska širšího hodnocení souboru. S ohledem na vertikální změny součinitele vazkosti byla měřená oblast výškově omezená hranicí 5 cm.

Měrná hmotnost výkalů byla určována ze vzorků výkalů odebíraných vždy v místech měření vazkosti.

TECHNIKA MĚŘENÍ

Pro měření součinitele vazkosti a mezního tečného napětí výkalů byl na základě našich požadavků navržen a vyroben pracovníky fyzikální katedry ČVÚT Praha rotační viskozimetr, schematicky znázorněný na obr. 1.

V měřeném prostředí se otáčí těleso tvaru disku (1). Vlivem vazkosti prostředí je jeho pohyb brzděn a rychlost otáčení je funkcí vazkosti. Síla způsobující otáčení je dána napětím zkrouceného torzního vlákna (8). Při používaném průměru vlákna 0,3 mm a konstantním napětí $3 \times 360^\circ$ je možné měřit viskozitu v cejchovaném rozsahu od 0 do $10^3 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$.

Obvodová rychlost diskového čidla je volena s ohledem na odpovídající podmínky u samotekoucích výkalů nízká, s maximem $1,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pro měření mezního tečného napětí je přístroj doplněn o regulační kotouč (9), jehož otáčením zvyšujeme předpětí torzního vlákna, tj. krouticí moment od nuly až do okamžiku, kdy se diskové čidlo začne v měřeném prostředí otáčet.

Za předpokladu, že jde o tenký kotouč v neomezeném prostředí, platí mezi kroutícím momentem M a mezním tečným napětím τ_0 vztah

$$\tau_0 = \frac{3M}{4R^2}$$

kde: τ_0 — mezní tečné napětí ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

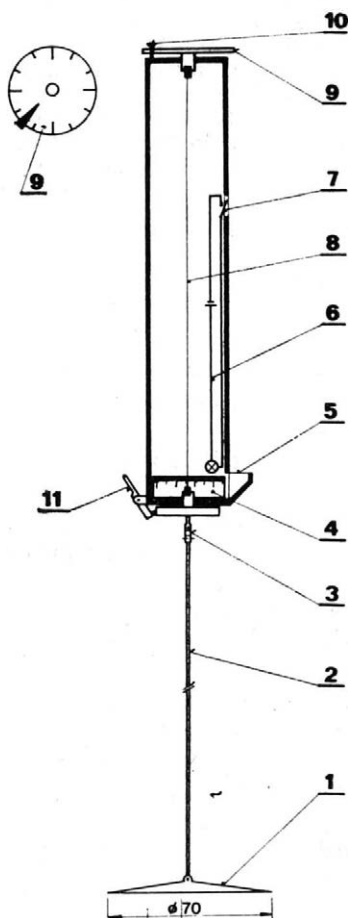
R — poloměr diskového čidla (m)

Krouticí moment M je dán úhlem zkroucení torzního vlákna

$$M = \frac{\pi \cdot G \cdot r^4}{2l} \cdot \varphi_0 \cdot \frac{2\pi}{360}$$

1. Rotační viskozimetr

1 měřicí disk — 2 prodlužovací tyč — 3 kloubový závěs — 4 stupnice měření — 5 optický hranol — 6 obvod osvětlení — 7 spínač osvětlení — 8 ocelové torzní vlákno — 9 regulační kotouč — 10 zajišťovací šroub



kde: G — modul pružnosti ve smyku torzního vlákna
 l — účinná délka vlákna
 r — poloměr vlákna
 φ_0 — úhel zkroucení vlákna

Dosadíme-li do uvedených vztahů číselné hodnoty

$$G = 8,0 \cdot 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$$

$$l = 38 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$2r = 0,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$2R = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

dostaneme pro vlákno průměru 0,3 mm vztah

$$\tau_0 = 0,0162\varphi_0$$

s úhlem zkroucení φ_0 udaném ve stupních. Pro dané vlákno lze tečné napětí měřit v rozsahu od 0 do $20 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$.

Měrná hmotnost výkalů byla stanovena pyknometricky v laboratoři ze vzorků uchovávaných v prachotěsných vzorkovnicích v chladničce.

VÝSLEDKY

ZÁVISLOST DYNAMICKÉ VAZKOSTI NA SUŠINĚ VÝKALŮ

Hodnocený soubor obsahoval 74 měření. Obor měření vazkosti zahrnoval interval $0-450 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$, sušina se pohybovala v rozsahu 1,04 až 16,59 %.

Výsledek statistického výpočtu s vysokým korelačním koeficientem $R = 0,5461$ průkazně potvrzuje vzájemnou závislost zkoumaných veličin na hladině $P = 0,01$.

Regresní rovnice charakterizující závislost zní

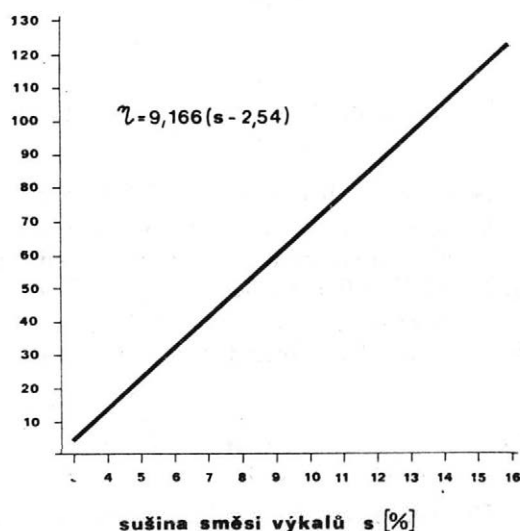
$$\eta = 9,1663(s - 2,54)$$

kde: s — sušina výkalů (%)

η — dynamická vazkost ($\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$)

Grafické znázornění uvedeného vztahu je pro praktický rozsah sušiny 3 až 16 % na obr. 2.

2. Závislost vazkosti η [$\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^2$] výkalů na sušině



ZÁVISLOST MEZNÍHO TEČNÉHO NAPĚTÍ NA VAZKOSTI VÝKALŮ

Soubor měření obsahoval 37 kompletních údajů. Definiční obor zahrnoval interval mezního tečného napětí od 1,9 do 17,5 N · m⁻² a vazkost výkalů se pohybovala v intervalu od 1,1 do 700 N · s · m⁻².

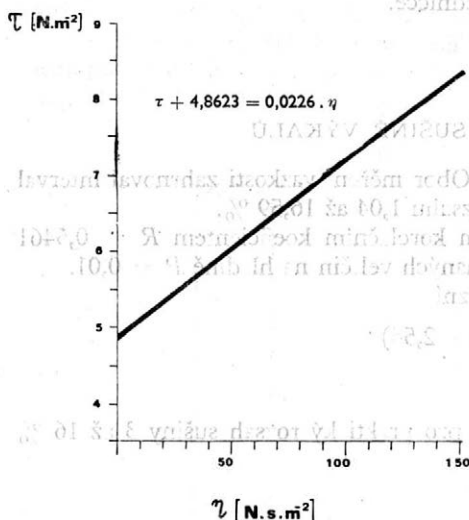
Výsledný korelační koeficient $R = 0,593$ potvrdil testovanou závislost na hladině $P = 0,01$, tj. se spolehlivostí 99 %. Regresní rovnice vztahu zní

$$\tau = 4,8623 + 0,0224 \cdot \eta$$

kde: τ — mezní tečné napětí (N · m⁻²)

η — dynamická vazkost (N · s · m⁻²)

Prokázaná závislost je zpracována graficky pro praktický rozsah mezního napětí odpovídající sušině výkalů 3 až 16 % na obr. 3.



3. Závislost mezního tečného napětí na vazkosti výkalů

ZÁVISLOST MĚRNÉ HMOTNOSTI VÝKALŮ NA SUŠINĚ SMĚSI VÝKALŮ

Na odebraných vzorcích byla laboratorně stanovena sušina a měrná hmotnost.

V souboru bylo statisticky zpracováno 55 vzorků. Výsledný korelační koeficient $R = 0,301$ byl srovnán s tabulkovými hodnotami předepisujícími na hladině pravděpodobnosti $P = 0,05$ koeficient korelace $R_{min} = 0,27$.

Závislost měrné hmotnosti směsi výkalů na sušině lze prohlásit za slabou a charakterizovat ji v měřeném intervalu od 1,26 do 19,33 % sušiny přibližným vztahem

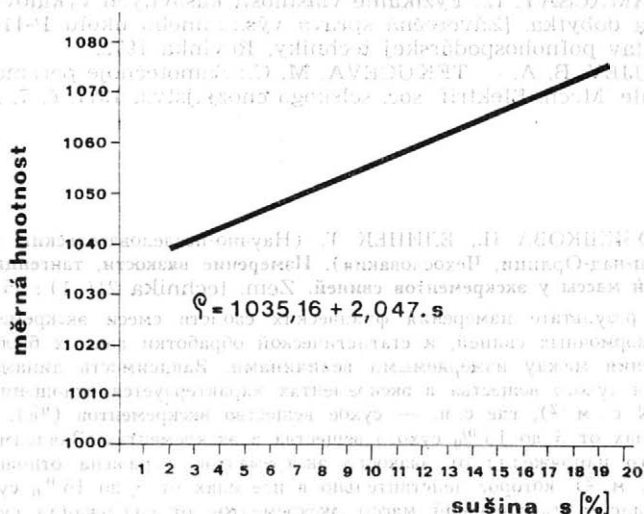
$$\rho = 1035,16 + 2,047 \cdot s$$

kde: ρ — měrná hmotnost výkalů (kg · m⁻³)

s — sušina výkalů (%)

Grafické znázornění uvedeného vztahu je na obr. 4.

4. Závislost měrné hmotnosti výkalů na sušině ρ [kg.m⁻³]



ZÁVĚR

Statistické hodnocení potvrdilo závislost dynamické vazkosti výkalů na sušině a závislost mezního tečného napětí na vazkosti. Protože obě dílčí závislosti jsou vysoce průkazné, bude i zprostředkovaná závislost průkazná a lze ji charakterizovat přepočteným vztahem

$$\tau = 4,2935 + 0,22 \cdot s$$

kde: τ — mezní tečné napětí (N . m⁻²)

s — sušina (%)

Tuto závislost lze také odečíst pomocí grafů na obr. 2 a 3. Výsledky měření a zjištěné závislosti jsou platné pro malé rychlosti při pohybu výkalů samospádem, nelze je proto aplikovat na vyšší rychlosti používané např. při čerpání výkalů.

Ze statistického hodnocení vyplynulo, že závislost měrné hmotnosti na sušině výkalů je slabá. Za charakteristický je možné považovat aritmetický průměr středu 1061,3 kg . m⁻³.

Dostupná literatura k této problematice obsahuje převážně údaje o reologických vlastnostech kejdy skotu, proto svoji práci s jinými nesrovnáváme.

Poděkování

Děkujeme touto cestou za spolupráci ing. O. Brůhovi a prom. fys. P. Smolkovi z katedry fyziky ČVUT Praha, s jejichž laskavým svolením uvádíme jejich konstrukci rotačního viskozimetru a některé fyzikální vztahy.

Literatura

DOLEŽAL, O.: Odklíz tekutého hnoje z bezstelivových stájí. [Závěrečná zpráva etapy výzkumného úkolu A-2-29-4/5.] Výzkumný ústav živočišné výroby, Uhřetěves 1972.

JELÍNEK, T. — VÍTEK, M.: Sledování denní produkce výkalů a jejich sušiny u prasat různé váhy. Živočišná výroba 17, 1972, č. 10, s. 781-785.

LOMMATZSCH, R.: Die Fließeigenschaften von Rindergülle. Dte Agrartechnik, 19, 1969, č. 7, s. 318—321.

RAMACSAY, L.: Fyzikálne vlastnosti kašovitých výkalov z bezpodstielkového ustájenia dobytka. [Záverečná správa výskumného úkolu P-11-329-053-01-04/2.] Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka 1972.

ZUJEV, B. A. — TEKUČEVA, M. C.: Samotěčnoje peremeščenije ekskrementov v kanale. Mech. Elektrif. soc. selskogo chozjajstva, 1971, č. 7, s. 26—29.

Došlo dne 15. 6. 1974

ТОБИШКОВА Й., ЕЛИНЕК Т. (Научно-исследовательский институт свиноводства, Костелец-над-Орлицей, Чехословакия). Измерение вязкости, тангенциального напряжения и удельной массы у экскрементов свиней. Зем. техника 21 (1): 55—61, 1975.

В результате измерения физических свойств смеси экскрементов и мочи, полученных от откормочных свиней, и статистической обработки данных были получены достоверные отношения между измеряемыми величинами. Зависимость динамической вязкости от содержания сухого вещества в экскрементах характеризуется отношением $\eta = 9,1663$ (с. в. — 2,54) ($N \cdot s \cdot m^{-2}$), где с. в. — сухое вещество экскрементов (%). Отношение достоверно в пределах от 3 до 16 % сухого вещества в экскрементах. Зависимость предельного тангенциального напряжения от вязкости экскрементов выражена отношением $\tau = 4,8623 + 0,0224 \cdot \eta$ ($N \cdot m^{-2}$), которое действительно в пределах от 3 до 16 % сухого вещества в экскрементах. Зависимость удельной массы экскрементов от содержания сухого вещества в экскрементах характеризуется отношением $\rho = 1035,16 + 2,047 \cdot s$ (с. в. ($kg \cdot m^{-3}$)), которое действительно в пределах от 1,26 до 19,33 % сухого вещества в экскрементах. Описанные отношения действительны для скорости движения экскрементов до $1,35 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Динамическая вязкость и предельное тангенциальное напряжение измерялись при помощи ротационного вискозиметра особой конструкции, описанного в работе.

экскременты свиней; динамическая вязкость; предельное тангенциальное напряжение; сухое вещество

TOBIŠKOVÁ J., JELÍNEK T. (Research Institute for Pig Breeding, Kostelec nad Orlicí, Czechoslovakia). *Measurement of Viscosity, Marginal Tangential Stress, and Specific Weight in Pig Excrements*. Зем. техника 21 (1): 55—61, 1975.

Significant relations among the values measured were obtained as a result of the measurement of physical characteristics of excrement-urine mixture of fattened pigs and as a result of statistical processing of the data. The dependence of dynamic viscosity on excrement dry matter is characterized by the relation $\eta = 9.1663$ ($s - 2.54$) $/ N \cdot s \cdot m^{-2}$ where s — excrement dry matter percentage. The relation is proved within the range from 3 to 16 % of excrement dry matter. The dependence of marginal tangential stress on excrement viscosity is expressed by the relation $\tau = 4.8623 + 0.0224 \cdot \eta$ ($N \cdot m^{-2}$) holding true within the range from 3 to 26 % of excrement dry matter. The dependence of excrement specific weight on excrement dry matter percentage is characterized by the relation $\rho = 1035.16 + 2.047 \cdot s$ ($kg \cdot m^{-3}$) holding true within excrement dry matter range from 1.26 to 19.33 %. The relations described apply to cases with excrement flow rate up to $1.35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Dynamic viscosity and marginal tangential stress were measured by a rotary viscosimeter of a special design described in the paper.

pig excrements; dynamic viscosity; marginal tangential stress; dry matter

TOBIŠKOVÁ J., JELÍNEK T. (Forschungsinstitut für Schweinehaltung, Kostelec nad Orlicí, Tschechoslowakei). *Messung der Viskosität, Grenzscherdruckspannung und spezifischen Masse bei den Schweineexkrementen*. Зем. техника 21 (1): 55—61, 1975.

Als Ergebnis der Messung von physikalischen Eigenschaften der Exkrementen-Harnmischung von Mastschweinen und durch statistische Bearbeitung der Angaben wurden aufschlußreiche Beziehungen zwischen den zu messenden Größen gewonnen. Die Abhängigkeit der dynamischen Viskosität von der Trockensubstanz der Exkremente wird durch die Beziehung $\eta = 9.1663$ ($s - 2.54$) $/ N \cdot s \cdot m^{-2}$ charakterisiert, wo:

s — Trockensubstanz der Exkremente (%). Die Beziehung ist im Bereich von 3 bis 16 % der Trockensubstanz von Exkrementen nachgewiesen. Die Abhängigkeit der Grenzscherungsspannung von der Exkrementenviskosität wird durch die Beziehung $\tau = 4,8623 + 0,0224 \cdot \eta$ [N m⁻²] dargestellt, die im Bereich von 3 bis 16 % der Trockensubstanz von Exkrementen gilt. Die Abhängigkeit der spezifischen Masse von Exkrementen von deren Trockensubstanz wird durch die Beziehung $\rho = 1035,16 + 2,047 \cdot s$ (kg m⁻³) charakterisiert, die im Bereich von 1,26 bis 19,33 % der Trockensubstanz von Exkrementen gilt. Die beschriebenen Beziehungen gelten für die Strömungsgeschwindigkeit der Exkremente bis 1,35 m s⁻¹. Die dynamische Viskosität und Grenzscherungsspannung wurde mit einem, im Aufsatz beschriebenen Rotationsviskosimeter einer Spezialbauart gemessen.

Schweineexkremente; dynamische Viskosität; Grenzscherungsspannung; Trockensubstanz

Adresa autorů:

Jaroslava Tobišková, ing. Tomáš Jelínek, Výzkumný ústav pro chov prasat,
517 41 Kostelec nad Orlicí

Časopis *Zemědělská technika* uveřejňuje původní práce, krátká sdělení, recenze, stručná oznámení o konferencích apod.

UKLOPISY MUSÍ VYHOVOVAT TĚMTO PODMÍNKÁM:

1. Rukopis se píše na stroji (ne perličkový typ).
2. Rukopisy nemají přesahovat 15 stran včetně obrázků a tabulek; recenze knih mají být zhruba na dvě strany.
3. K rukopisu musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště. Autor přiloží prohlášení, že práce nebyla v jiném časopise otištěna, ani v jiném časopise k publikaci zadána.
4. Rukopis původní práce má zpravidla tyto části:
 - a) **Název práce** — výstižný a stručný (nemá přesahovat 85 úhozů).
 - b) **Jména autorů** se uvádějí bez titulů; zkratka křestního jména, příjmení.
 - c) **Pracoviště** — úřední název a místo.
 - d) **Souhrn** — má vystihnout jen to nové a podstatné, co práce přináší. Nemá překročit rozsah 15 řádků. K rukopisu se připojují tři exempláře souhrnu navíc, a to na samostatných listech (pro cizojazyčné překlady).
Klíčová slova — připojují se po vynechaném řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.
 - e) **Úvod** — jen nejnutnější zdůvodnění práce a literární přehled o studované otázce (nadpis „Úvod“ se nepíše).
 - f) **Materiál a metoda** — metody se popisují jen původní; popis metody by měl umožnit, aby se podle něho mohl použitý pracovní postup opakovat.
 - g) **Výsledky**.
 - h) **Diskuse**.
 - i) **Závěr** — uvádí se jen v případě, že se zcela liší od souhrnu.
 - j) **Literatura** — musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit podle jména prvních autorů; příjmení autora (verzálkami); zkratka křestního jména (dvojtečka); plný název práce v původním znění — ne překlad (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora — bez zkratky křestního jména (čárka), rok vydání. Do seznamu literatury se uvádějí jen autoři citovaní v textu.
 - k) **Dokumentace** (obrázky, fotografie, grafy, tabulky) — každá část samostatně bez nalepování, v dokonalém provedení. Každý obrázek i tabulka musí mít legendu, obsahující pořadové číslo a eventuální vysvětliv-

ky. Legendy k obrázkům se píší na zvláštní list za sebou a označují se arabskými číslicemi. Legendy k tabulkám se píší nad tabulku a označují se římskými číslicemi. Na dokumentaci musí být odkazy v textu.

- 1) **Adresa autora** (autorů) — uvádí se plné jméno, akademické a vědecké tituly, podrobná adresa pracoviště s PSČ.
5. Po jazykové stránce mají práce odpovídat Pravidlům českého nebo slovenského pravopisu, progresivnímu znění. Není přípustné zkracovat slova, s výjimkou obvyklých zkratk.
6. Technické jednotky musí být uváděny přepočítané na jednotky soustavy SI.
7. Redakce vrátí práce, které neodpovídají uvedeným podmínkám. U ostatních si vyhrazuje právo navrhnout autorovi otištění v některé rubrice, zkrátit rukopis, upravovat jej nebo po připomínkách lektorů vrátit autorovi k příslušné úpravě.
8. Práce zaslané redakci musí být formulovány s konečnou platností. V autor-
ské korektuře není přípustné dělat podstatné změny.

Žádáme všechny autory, aby přesně dodržovali Pokyny autorům. Velké potíže nám působí texty psané perličkovým strojem, které lze jen nesnadno upravit a které ztěžují práci sazečům v tiskárně.

Od požadavku, aby práci schválil svým podpisem vedoucí pracoviště nemůžeme ustoupit. Vedoucí pracoviště jednak musí být informován o publikaci, která vychází z jeho pracoviště, jednak jeho podpis je zárukou úrovně publikace.

Redakce

Souček Z.: Model pojezdu samohodného sklízeče píce	1
Bartolomějev A.: Ověřování metody automatické registrace intenzity provozu na zemědělských komunikacích	21
Klíma J.: Akumulátorová trakce ve vnitropodnikové dopravě	33
Semetko J., Petranský I., Drabant Š.: Racionálně řahové skúšky traktorov	41
Tobišková J., Jelínek T.: Měření vazkosti, mezního tečného napětí a měrné hmotnosti u výkalů prasat	55

СОДЕРЖАНИЕ

Соучек З.: Модель передвижения самоходного комбайна	18
Бартоломеев А.: Проверка метода автоматической регистрации интенсивности движения на сельскохозяйственных коммуникациях	31
Клима Я.: Аккумуляторная тяга при транспортировке внутри предприятия	39
Семетко Я., Петрански И., Драбант Ш.: Непрерывный метод измерения тяговых характеристик в лабораторных условиях	54
Гобошкова Я., Елинек Т.: Измерение вязкости, тангенциального напряжения и удельной массы у экскрементов свиней	60

CONTENT

Souček Z.: Model of the Travelling of the Self-Propelled Forage Harvester	18
Bartolomějev A.: Testing the Automatic Method of Traffic Intensity Recording on Farm Roads	31
Klíma J.: Accumulator Traction in Intra-Enterprise Transport	39
Semetko J., Petranský I., Drabant Š.: Continuous Method of Recording Traction Characteristics in Laboratory Conditions	54
Tobišková J., Jelínek T.: Measurement of Viscosity, Marginal Tangential Stress, and Specific Weight in Pig Excrements	60

ZT 47 817

INHALT

Souček Z.: Fahrtmodell der selbstfahrenden Futtererntemaschine	18
Bartolomějev A.: Prüfung der Methode für automatische Verkehrsintensitätsregistrierung auf landwirtschaftlichen Verkehrswegen	32
Klíma J.: Akkumulatortraktion in der innenbetrieblichen Beförderung	40
Semetko J., Petranský I., Drabant Š.: Kombinierte Methode der Zugcharakteristikabtastung in Laborbedingungen	54
Tobišková J., Jelínek T.: Messung der Viskosität, Grenzschubspannung und spezifischen Masse bei den Schweineexkrementen	60



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.