

VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

2

ROČNÍK 17 (XLIV)

PRAHA

ÚNOR 1971

CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková s redakční radou

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1971

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: 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 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 Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auch dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 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 renseignements scientifiques et techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

Vědecká činnost mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze

Mechanizační fakulta Vysoké školy zemědělské v Praze plní kromě pedagogické činnosti i činnost vědeckovýzkumnou, hlavně z oboru zemědělské techniky.

Vědeckovýzkumná činnost na mechanizační fakultě se uskutečňuje převážně na katedrách provozních; má objasňovat teoreticky, experimentálně i z hlediska provozního využití základní problémy zemědělské techniky, přičemž průběh i výsledky vědeckovýzkumné práce přímo zvyšují teoretickou i obsahovou úroveň hlavní činnosti jednotlivých kateder — pedagogické práce. S ohledem na personální a materiální podmínky řeší katedry své výzkumné problémy ve spolupráci s dalšími pracovišti.

V poslední době jsou výsledky vědeckovýzkumné práce pravidelně uveřejňovány ve Sborníku fakulty mechanizační (vychází jednou ročně). Aby byla technická veřejnost v oboru zemědělské techniky soustavně seznamována s pracemi pracovníků mechanizační fakulty, uvítali jsme možnost vydávat také tematická čísla časopisu *Zemědělská technika*. Je samozřejmé, že mimo to jsou do tohoto časopisu zařazovány běžně odborné články pracovníků fakulty.

Toto tematické číslo *Zemědělské techniky* zahrnuje odborné články, které svým zaměřením ukazují profil mechanizační fakulty.

Práce V. Kadlece (obor vnitropodnikové mechanizace) je věnována metodice zviditelňování proudů vzduchu ve větraných prostorách. Článek se zabývá způsoby, prostředky a postupy při zviditelňování vzdušných proudů a při vyhodnocování zjištěného stavu. Metodika zviditelňování je založena na teoretických poznatcích a praktických ověřeních v poloprovozních i provozních podmínkách. Je součástí zkoušek a hodnocení ventilačních systémů a byla ověřena jako optimální po několikaleté činnosti na tomto úseku. Její vhodnost byla ověřena přímo v zemědělských provozech při expertizách ventilačních zařízení.

Další příspěvek (V. Mašek) patří do oboru meliorace a jsou v něm zahrnuty poznatky a výsledky zkoušek při řešení optimálních parametrů postřikovačů. U zkoušených postřikovačů byl sledován vliv délky proudnice, průměru trysky, úhlu v tryskách, tvaru usměrňovačů a tlaku na vlastní dostřik vody. Na základě výsledků, které jsou uvedeny v článku (podrobnosti jsou ve zprávě výzkumného úkolu A-5-29-2/1-6), lze stanovit vhodné typy postřikovačů. Autor v tomto smyslu spolupracoval s n. p. Sigma Olomouc.

Práce V. Šíra (obor měřicí technika) se zabývá možnostmi aplikace moderních číslicových měřicích metod v zemědělské technice a výzkumu. Popisuje novou linku pro samočinnou registraci naměřených číselných hodnot na děrnou

pásku s posouzením možnosti jejího využití, jeden ze způsobů záznamu analogových průběhů naměřených fyzikálních veličin na magnetickou pásku (byl autorem patentován) a univerzální elektronický organizátor, který je součástí měřicí linky pro měření a registraci naměřených hodnot na děrnou pásku. Toto zařízení bylo navrženo autorem. Článek je doplněn příklady aplikací při měření na zemědělských zařízeních.

Článek M. Friedmana (obor zemědělské stroje) se v teoretické části zabývá odvozením silových poměrů na základě pohybu kotouče. Práce je doplněna experimenty, které autor dělal na katedře zemědělských strojů a které potvrdily správnost teoretického výpočtu. Při měřeních bylo použito metody děrných pásek a výsledky byly získány výpočtem na samočinném počítači.

Práce K. Petrboka (obor elektrizace zemědělství) ukazuje metodu řešení průběhu proudu tekoucího tělem krávy při dotyku s vodičem elektrického oplocení. Článek ukazuje celkový matematický rozbor dané otázky.

Domníváme se, že předložené vybrané práce řešené na mechanizační fakultě VŠZ v Praze umožní odborné zemědělské veřejnosti seznámit se s výsledky vědeckovýzkumné činnosti pracovníků této fakulty.

Doc. ing. Milan Růžička, CSc.
vědecký redaktor čísla

Při řešení výzkumného úkolu A-2-29-1/10 s názvem „Výzkum proudění vzduchu v zemědělských objektech a výzkum činitelů působících na proudění vzduchu“ byla kromě vlastního výzkumu zpracována a ověřena také metodika měření a pracovní postupy při zviditelňování proudění vzdušnin v zemědělských objektech. Specifické podmínky výzkumu vyžadovaly vedle běžných měření základních parametrů jako je teplota, vlhkost a rychlost vzduchu a koncentrace škodlivin (CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , NH_3 atd.) ve vzduchu studovat pohyb vzduchu, přesněji vzdušnin, ve větraném prostoru. Poněvadž koncentrace škodlivin jsou ovlivňovány prouděním vzduchu (primární proudění), má studium a výzkum proudění vzduchu mimořádný význam. Je proto nutné v maximální míře využívat dosavadních poznatků v oboru proudění vzdušnin v zemědělských objektech a dále tyto poznatky rozvíjet, neboť pohoda prostředí je jedním ze základních činitelů působících bezprostředně na užitkovost zvířat a na pracovní výkonnost lidí zvířata obsluhujících.

Zvláštnost a obtížnost výzkumu proudění a zajišťování pohody prostředí spočívá v tom, že velká část zkoušek a měření se musí konat za normálních provozních podmínek. Normální provozní podmínky jsou charakterizovány tím, že ve větraném prostoru — stáji je plná biologická zátěž, což znamená, že stáj je plně osazena zvířaty, je běžná jejich obsluha lidmi a stroji. Dále je nutné počítat s tím, že zemědělské objekty jsou vystaveny účinkům větru, který může při nevhodném řešení zásadně ovlivňovat větrací účinky systému. Dosavadní praxe v architektonickém řešení tvaru budov a začlenění budov, vyžadujících větrání, do komplexu budov na farmě dosud nerespektuje požadavky z hlediska větracích systémů s nucenou výměnou vzduchu.

Běžná aplikace metod měření, nejčastěji používaných ve větrací technice, je v zemědělském provozu vzhledem k jeho specifickým podmínkám a cíli výzkumu málo vhodná. Jeden z problémů při studiu proudění vzduchu je nutnost zviditelnit proudy vzdušnin (čistý a zkažený vzduch, výfukové a kouřové plyny atd.) tak, aby je bylo možno studovat v celém prostoru stáje od vzniku až do zániku. Skutečný pohyb vzdušnin nejen uvnitř, ale i vně větraného objektu má základní význam pro volbu typu projekčního řešení a pro provoz větracího systému, pro architektonické řešení (interiéru a exteriéru) budov, umístění technologického zařízení, začlenění budov do komplexu budov na farmě a okolí a pro osazení v terénu.

Výzkumné ani praktické práce při studiu pohybu vzdušnin na modelech nemohou zachytit složitost podmínek ve větraném prostoru zemědělských objektů, zvláště těch, kde je vysoká biologická zátěž a kde současně působí celá

řada činitelů na výsledný efekt ventilačního systému. Poněvadž intenzita životních pochodů živých organismů je velice variabilní a vezmeme-li v úvahu jejich vliv na proudění vzduchu na jedné straně a na druhé straně variabilní požadavky na ventilaci, zdá se, že jsou modelové zkoušky příliš zjednodušené. Z těchto a z mnoha dalších důvodů bylo při řešení úkolu A-2-29-1/10 po zjištění orientačních výsledků od modelových zkoušek upuštěno. Toto rozhodnutí však neznamená, že studium proudění vzduchu na modelech pro zemědělskou praxi nemá význam. Má však vymezenou oblast. Je to hlavně při řešení exteriéru budov, při začlenění větrané budovy do komplexu budov na farmě a okolí a při umístění do terénu.

Účinnost určitého větracího systému je kromě jiného závislá na pohybu vzduchové masy ve stáji, na rychlostech v jednotlivých místech — hlavně v pásmu pobytu zvířat a ve směru vytvořivších se proudů vzduchu uvnitř a vně větraného prostoru. Rychlost a směr proudění vzduchu lze zjišťovat řadou přístrojů. Abychom si však vytvořili skutečný obraz o pohybu vzduchu, byla by nutná velmi náročná měření se složitou aparaturou; podle nich bychom si mohli na základě zjištěných hodnot sestavit obrazce proudění vzduchu v určitém řezu a v témže čase. Teprve pak by bylo možné v tomto řezu analyzovat proudy. Abychom mohli v celém větraném prostoru vyšetřit proudy vzduchu, bylo by nutné zjišťovat rychlosti v mnoha řezech ve stejném čase, neboť rychlosti i směry proudů vzduchu za provozu jsou nestabilní. Nedostatkem tohoto způsobu dále je, že nelze prakticky zjistit, zda se jedná o primární nebo sekundární proudění.

Vhodnější způsob pro zkoušky a zhodnocení ventilačního systému je zviditelnění proudů vzduchu tak, aby se pohyb vzduchu mohl vizuálně pozorovat, fotografovat nebo podle potřeby i filmovat v určité části větraného prostoru za různých podmínek. Na základě zviditelnění proudů vzduchu primárního pohybu lze ověřit, zda je správná funkce ventilačního systému, lze studovat různé určité vlivy na proudění vzduchu, činnost ventilátorů; zviditelnění umožňuje také rychlejší orientaci při měření maximálních rychlostí v jednotlivých pásmech. Podle zviditelněných proudů vzduchu a celkového pohybu vzduchu uvnitř větraného prostoru a vně budovy lze určit, zda nastává zkratové proudění (vnitřní nebo vnější) nebo zda se rozptylová oblast zkaženého vzduchu nepřekrývá s nasávací oblastí čerstvého (čistého) vzduchu. Na základě studie pohybu vzdušných proudů ve stáji se určují místa pro umístění měřicích přístrojů (t , φ) a pro umísťování čidel automatické regulace.

Na základě uvedených skutečností lze říci, že zviditelnění pohybu vzduchu (označené také jako dýmové zkoušky) ve větraném prostoru a vně větraného prostoru (vně budovy) má mimořádný význam nejen z hlediska výzkumu větracích systémů, ale i z hlediska kontroly správné funkce realizovaného projektu ventilačního systému nebo po rekonstrukci dosavadních objektů a dostavby farmy (viz vliv větru při obtékání budov) a správného provozu větracího systému. Přihlédneme-li k obtížnosti prací na projektu ventilačního systému, k obvyklému nedostatku podkladů, k neúplnosti technologických a technických údajů, k množství vlivů působících na konečný efekt větracího systému, jsou dýmové zkoušky i po realizaci projektu velmi závažným opatřením k vyzkoušení funkce, k seřizování a k případné přestavbě, jestliže navržené provedení nevyhovuje.

Zviditelnění vzdušných proudů má význam i pro studium dosahu vydechovaného vzduchu u skotu a prasat, účinků na místní proudění při rozmachu křidel slepic atd.

Studie zviditelněného pohybu vzduchu se podle cíle dělá buď za poloprovozních podmínek, nebo za skutečných podmínek provozu. Poloprovozní podmínky ve větraných prostorách určených pro pobyt zvířat jsou stejné jako za skutečného provozu, s výjimkou toho, že v prostorech nejsou umístěna zvířata. Vzhledem k tomu, že produkce tepla a činnost zvířat ve větraném prostoru podstatně ovlivňuje poměry v tomto prostoru zvláště při vyšší biologické zátěži, je bezpodmínečně nutné vyzkoušet ventilační systém i za těchto podmínek, tj. za podmínek skutečného provozu při charakteristických podmínkách povětrnostních podle ročních období. Tyto zkoušky označujeme také jako zkoušky provozní.

Při zkouškách, ať již poloprovozních či provozních, se zjišťují všechny hodnoty důležité pro hodnocení a výzkum ventilačního systému. Jsou to hlavně: teplota a relativní vlhkost vzduchu venkovního a vnitřního, obsah mechanických nečistot a škodlivin obsažených ve venkovním a vnitřním vzduchu, rychlosti vzduchu a směr proudění, technické parametry vzduchotechnického zařízení a stavby. Podle vhodných výpočtových postupů se vypočítávají potřebné parametry, které je nutné pro výzkum či zkoušky vzduchotechnického zařízení znát. Poněvadž zkoušky ventilačního systému mohou mít podle cíle (výzkum, ověřování funkce, zjištění podkladů pro sestavení provozních směrnic atd.) různý rozsah, rozdělujeme je v zemědělských objektech na:

1. zkoušky úplné,
2. zkoušky částečné,
3. zkoušky informativní.

Z k o u š k y ú p l n é se dělají hlavně pro vědeckovýzkumné práce a expertízy. V průběhu celého roku za různých podmínek povětrnostních a provozních se zjišťují všechny parametry, mající vliv na činnost ventilačního systému a vytváření určité pohody prostředí ve větraném prostoru.

Při **z k o u š k á c h č á s t e č n ý c h** se sledují a měří jen parametry hlavní za krajních podmínek provozu. Výsledků lze použít jak pro výzkumné práce, tak pro potřeby provozu a pro projekční práce (ověření systému, zjištění hodnot, které systém dosahuje, zjištění míst pro instalaci čidel automatizační a regulační techniky atd.).

Z k o u š k y i n f o r m a t i v n í jsou určeny pro zjišťování jen omezeného počtu parametrů za přesně určených podmínek. Obvykle prověřují pouze část ventilačního systému. Výsledky zkoušek jsou použitelné hlavně z hlediska vlastního provozu, jako např. k seřízení, k opravě či rekonstrukci zařízení, prověření správnosti projektů atd.

ZVIDITELNĚNÍ PROUDŮ VZDUCHU VE VĚTRANÉM PROSTORU

Přístroje pro měření rychlostí proudů vzduchu a přístroje pro zjištění směrů proudění nemohou poskytnout pro studium proudění, utváření se proudů vzduchu a vlivů na proudění dostatečné podklady. Abychom mohli zkoumat tyto otázky, je nutné proudy vzduchu zviditelnit. Potom lze pozorovat a zkoumat proudy primární, sekundární i oblasti bez proudění. Podle potřeby a výzkumu zkoušek lze zviditelněné proudění fotografovat, popřípadě filmovat. Pro zviditelnění proudů vzduchu lze používat dýmotvorné látky. Za tím účelem byly zkoušeny různé látky. Vzhledem k tomu, že velká část zkoušek probíhá za skutečného provozu, musí dým, kterým se zviditelňuje proudící vzduch, odpovídat následujícím požadavkům:

1. Nesmí být jedovatý ani dráždit dýchací cesty, sliznice a oči.
2. Měrná hmotnost musí být stejně velká jako prostředí vyšetřovaného proudu.
3. Intenzita zabarvení proudu vzduchu musí být dostatečně velká i po značně velkém zředění.
4. Látky musí umožňovat vznik dvou až tří odlišných barev při stejné hmotnosti a difúzi.
5. Rozptylování (difúze) do okolního vzduchu má být minimální.
6. Má být inertní vůči zplodinám, které ve větraném prostoru vznikají a proti látkám (plynům), které vzduch vnitřní nebo venkovní obsahuje.
7. Látky mají být nevýbušné a mají při manipulaci umožňovat maximální bezpečnost.

8. Manipulace má být jednoduchá a bezpečná. Látky musí umožňovat libovolný začátek a konec tvorby dýmu s minimální tvorbou tepla.

9. Zvlášť je třeba se vyvarovat látek, které dávají těžko odvětratelný dým (dýmovnice pro zadýmování terénu nejsou vhodné).

Měrná hmotnost dýmu se zjišťuje porovnávací metodou. Experimentálně se zjišťuje, jakou tendenci má dým v klidném vzduchu. Přitom se sledují teploty jak dýmu, tak vzduchu.

Laboratorně i provozně byly vyzkoušeny různé látky a směsi podle receptů, doporučené jako látky dýmotvorné, které zvláště z hlediska bezpečnosti a manipulace přicházely v úvahu. Nebyla však zatím nalezena taková látka, která by širokou škálu uvedených požadavků splňovala.

Před zahájením vlastních zkoušek je nutno nejdříve experimentálně ověřit reakci zvířat na zabarvené vzdušné proudy. Plachost zvířat, např. drůbeže, má za následek neklid; prudké nepřirozené pohyby — umožňuje-li to technologie ustájení — porušují normální osazení v prostoru haly. To vše způsobuje poruchy ustálených mikroklimatických poměrů. Následkem toho by zkoušky a studium pohybu zviditelněných proudů vzduchu probíhalo za podmínek, které nevyjadřují běžný provoz.

Přijatelné vlastnosti pro zabarvování vzdušných proudů vykazoval studený dým chloridu amonného (NH_4Cl), vznikající slučováním par kyseliny solné (HCl) a amoniaku (NH_3). Poněvadž chlorid amonný je plyn, který při vyšších koncentracích dráždí horní cesty dýchací a zejména oční sliznice, lze jej použít v osazených prostorách jen krátkodobě a jen tam, kde ventilace má vysokou účinnost a dostatečný počet výměn vzduchu.

Pro zviditelnování vzdušných proudů byly vyzkoušeny různé postupy a úpravy zařízení pro tvorbu dýmu. Jako vhodný způsob pro zemědělské provozy se osvědčilo provedení pro:

- a) zviditelnování malých proudů a tvorbu dýmového mraku pro měření pomalých rychlostí a pro studium jejich pohybu,
- b) zviditelnování velkých proudů s většími rychlostmi a pro mohutné proudy.

Pro případy podle bodu a) se osvědčil fumigátor běžného provedení, v literatuře často citovaný, skládající se ze dvou baněk, z nichž jedna je naplněna HCl , druhá je naplněna NH_3 a ze soustavy hadiček s rozbočkami a zátkami. Propojení je takové, že vzduch se přivádí hadičkami a trubičkami vyvedenými nad dnem lahvíček, probublává náplněmi, nasycuje se parami HCl a NH_3 a samostatně z každé lahvičky se vede do vidličky, kde se páry mísí a vytvářejí se husté páry NH_4Cl . Výhoda fumigátoru je, že množstvím NH_4Cl lze do jisté míry regulovat velikost baněk a množstvím přiváděného vzduchu.

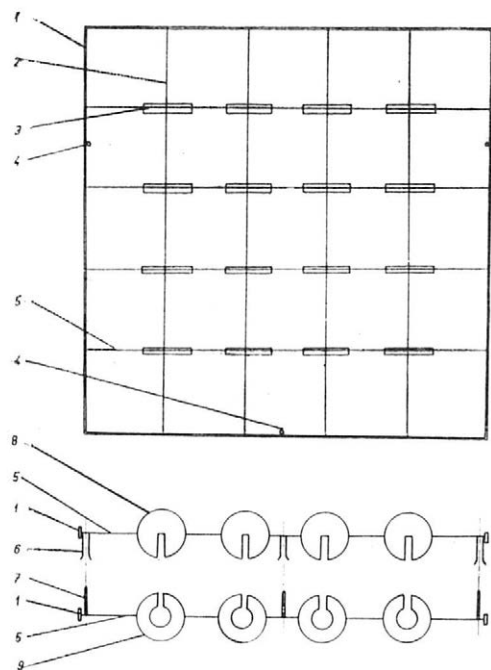
Začátek i ukončení tvorby par (dýmu) NH_4Cl je závislé na přívodu vzduchu do baněk. Další výhodou je, že lze vytvářet různě velké mraky NH_4Cl , které lze vypouštět na různých místech větraného prostoru a sledovat vzájemný pohyb mraků, a tím i vzdušných proudů. Hodí se i pro měření velmi malých rychlostí.

Fumigátor byl používán pro různá měření a studie pohybu vzdušných proudů i v osazených stájích za skutečného provozu. Určité potíže při použití fumigátoru vznikají při plném osvětlení větraného prostoru v halách pro chov drůbeže v klecích.

Pro případy podle bodu b) bylo odzkoušeno a používáno upravené zařízení podle Bolze a pro speciální zkoušky také dýmovnice s hořlavou náplní.

Princip dýmovnice podle Bolze spočívá v tom, že se zhotoví z filtračního papíru kolečka a prstence o průměru asi 15 cm. Kolečka se navlhčí kyselinou solnou (HCl) a prstence se navlhčí amoniakem (NH_3) a kladou se soustředně na sebe. Po přiblížení nebo přiložení prstence a koleček se vypařující HCl a NH_3 slučují na NH_4Cl . Poněvadž množství par NH_4Cl je závislé na množství par HCl a NH_3 , lze podle potřeby použít více párů koleček a prstenců. Do proudu vzduchu se kolečka s prstenci kladou tak, aby jejich osa souměrnosti byla kolmo na proud vzduchu.

Pro studium proudů vzduchu za výstřikem, popřípadě za šterbinou nelze používat k zviditelnění „bodového“ zdroje dýmu, ale zdroje plošného. Proto bylo zhotoveno a vyzkoušeno zařízení, u něhož je použit princip tvorby NH_4Cl podle Bolze s aplikací na plochu.



1. Schéma zařízení pro „plošný“ zdroj dýmu NH_4Cl : 1 - rám, 2 - svislá osnova, 3 - držáky s kolečky, 4 - vodítka, 5 - vodorovná osnova, 6 - pouzdro vodítka, 7 - trn vodítka, 8 - kolečko z filtračního papíru s výřezem, 9 - prstenec z filtračního papíru

Zařízení pro plošnou tvorbu NH_4Cl má v podstatě dva rámy, v nichž jsou nataženy ocelové dráty tak, že vytvářejí mříž (obr. 1). Oka mříže mají tvar čtverců o straně 20–30 cm. V průsečících jsou držáky. V jednom rámu má síť v průsečících držáky na kolečka, v druhém na prstence. Vodítka umožňují, aby se mohly rámy na sebe přesně nasunovat a spojit v jeden celek. Jedna část osnova sítě je posunutá o tloušťku filtračního papíru a tloušťku držáku. Aby se mohly rámy se sítěmi s nasazenými kolečky a prstenci spojit, mají kolečka i prstence ve směru poloměru vystřižený otvor ve tvaru drážky o šířce tloušťky drátu sítě (obr. 1). Kolečka se vlhčí HCl a prstence NH_3 odděleně na každém rámu zvlášť v dostatečně velké vzdálenosti. Po navlhčení se rámy k sobě přiloží, kolečka a prstence se překryjí a tím se začne tvořit hustý dým NH_4Cl v celé ploše zařízení, vymezené rámem. Zařízení se vkládá kolmo na osu vzdušného proudu, který prostupuje sítí a zabarvuje se NH_4Cl .

Doba tvorby NH_4Cl je omezena dobou vypařování HCl a NH_3 . Podle potřeby se navlhčení opakuje. Krátkodobě lze použít i v osazených stájích za předpokladu dostatečné větrací účinnosti a dostatečného počtu výměn vzduchu.

Pro případy podle bodu b) pro neosazené stáje a pro zjišťování rozptylové oblasti zkaženého vzduchu kolem stáje se osvědčily některé dýmotvorné různobarevné látky, vyráběné závodem Říjnové revoluce, n. p., Vsetín, závod Bojkovice. Velmi dobrá manipulace pro zadýmování je s látkami sypkými pod označením „umělý dým pro filmové účely“, kde množství dýmu a dobu tvorby lze řídit množstvím látky a tvarem násypu. Dobu tvorby lze prodloužit prostým přidáním další dávky. Podobně lze zesílit intenzitu zadýmování.

Poněvadž se dým tvoří při hoření dýmotvorné látky, je bezpodmínečně nutné dodržet bezpečnostní předpisy; práce smí vykonávat jen pracovník, který je seznámený s manipulací s těmito látkami. Před použitím dýmotvorných látek je třeba si ověřit jejich složení a zjistit, jaké plyny po oksyločení a úlety kromě CO , CO_2 , par H_2O , kysličníků dusíku a sazí budou při hoření (oxidaci) vznikat. Pro zplodiny označené jako škodlivina se vypočítá koncentrace (přesněji ekvivalentní koncentrace), kterou lze předpokládat v pásmu pobytu zvířat a dále se stanoví doba působení škodlivin. Z koncentrace a doby působení se vypočítá toxicita. Vypočítané hodnoty se porovnají s hodnotami dovolenými a podle potřeby se vypracuje nejúčinnější a nejbezpečnější opatření. V některých případech lze podle povahy měření použít některé dýmotvorné látky i v osazených halách (stájích) za běžného provozu.

Při zkouškách s dýmotvornými látkami dávajícími teplý dým je nutno pečlivě sledovat teplotu a zjistit, jakou tendenci (klesat, stoupat) má dým po ochlazení na teplotu okolního vzduchu.

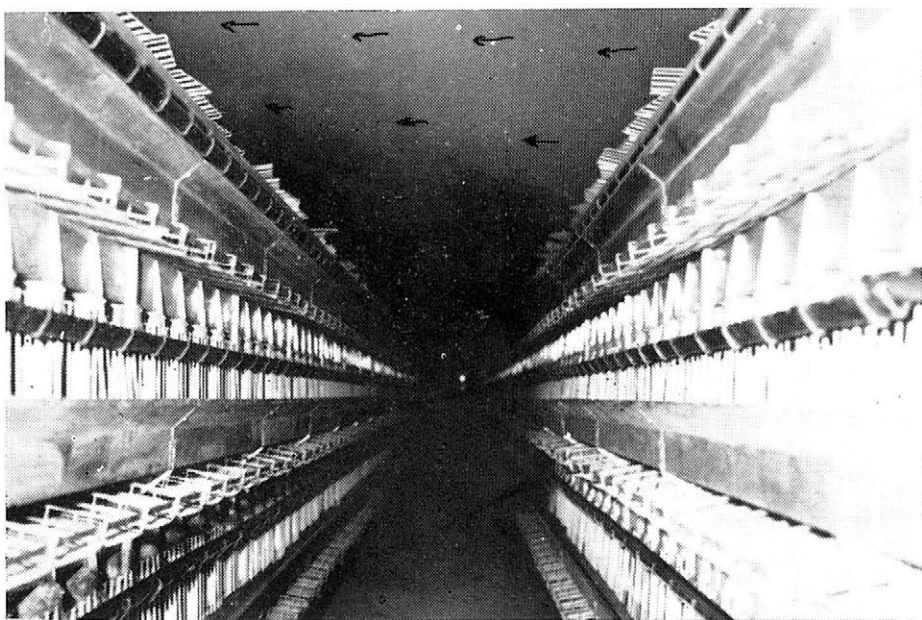
ZVIDITELNĚNÍ POHYBU VÝFUKOVÝCH PLYNŮ SPALOVACÍCH MOTORŮ

Při zviditelňování proudů vzdušnin bylo třeba nalézt takovou látku, která by zbarvila výfukové plyny spalovacích motorů. Zde složitost spočívá v tom, že výfukové plyny mají velkou teplotu a obsahují řadu reaktivních složek, které se často slučují s přidávanými dýmotvornými látkami; některé složky mohou působit jako katalyzátory. To ztěžuje použití běžných látek, které jsou schopné vytvořit dým s minimální škodlivostí.

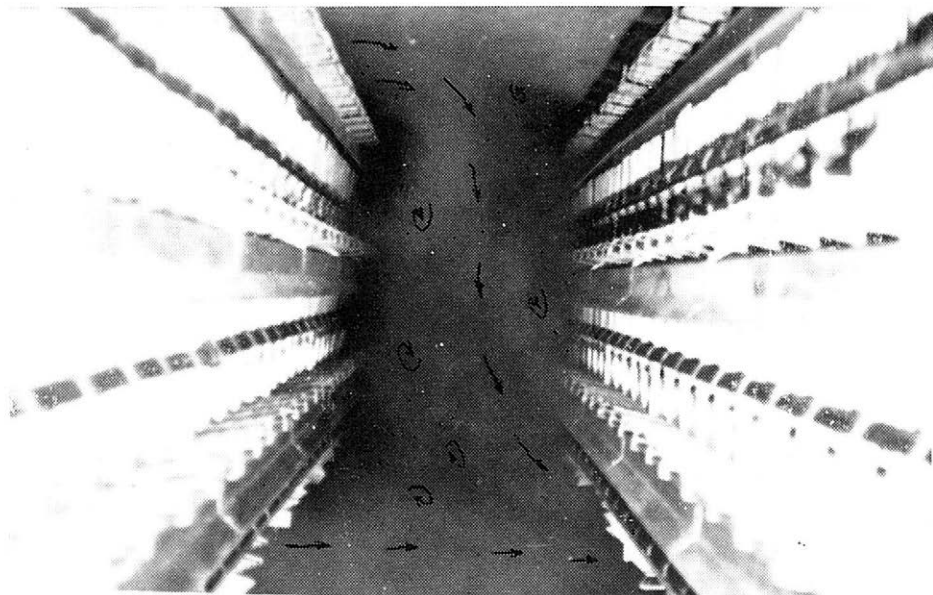
Pro zabarvení výfukových plynů byly vyzkoušeny různé přísady do paliva. Většina látek rozpustných v palivu (motorové naftě, benzínu) škodila motoru, některé se zúčastňovaly procesu hoření, přičemž při použité koncentraci v palivu nedávaly dostatečnou intenzitu zabarvení výfukových plynů. Přivádění již vzniklého dýmu, např. NH_4Cl nebo dýmu z dýmovnic, nedávalo dostatečný efekt, neboť zřejmě horké spaliny motoru měly nepříznivý vliv na dým a docházelo k reakci NH_4Cl s některými složkami výfukového plynu; docházelo také k velkému zředování a tím i k poklesu intenzity zabarvení. Poněvadž dostupné prostředky pro zviditelnění pohybu výfukových plynů nedávaly dostatečný efekt, bylo zkoušeno přirozené kouření spalovacích motorů. Je známo, že kouření naftových motorů vzniká vlivem nadbytku paliva a nedokonalým spalováním. Obě alternativy byly vyzkoušeny a jako vhodnější a praktičtější se jevílo kouření nedokonalým spalováním při nedostatku vzduchu. Pro zkoušky pak stačilo, aby



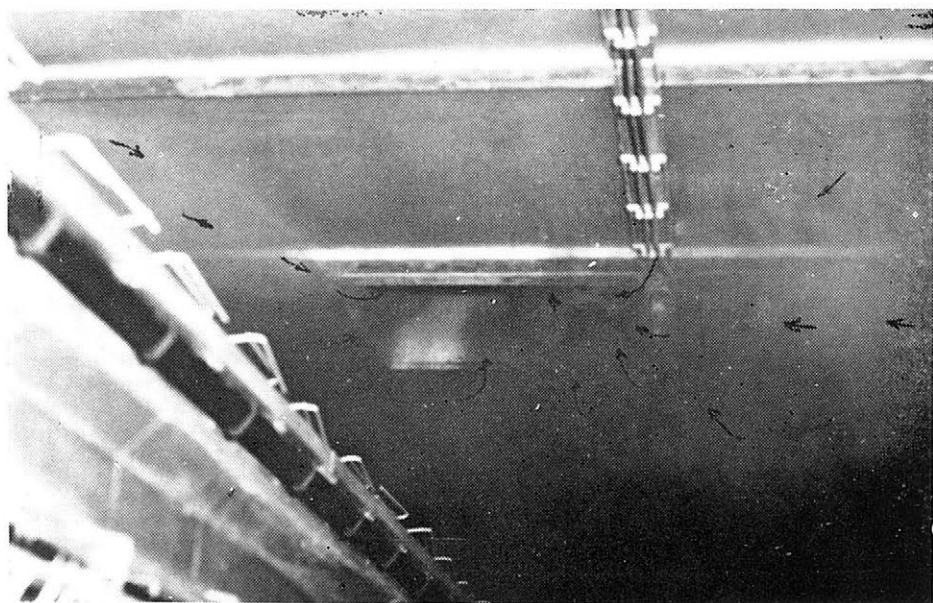
2. Zviditelnění výstupních proudů vzduchu z krytu štěrbin při otevření dolních i horních klapek v první fázi zkoušky; vzduch proudí z obou otvorů vzhůru ke stropu a nevstupuje do klení; pro zviditelnění je použito ochlazeného dýmu dýmovnice.



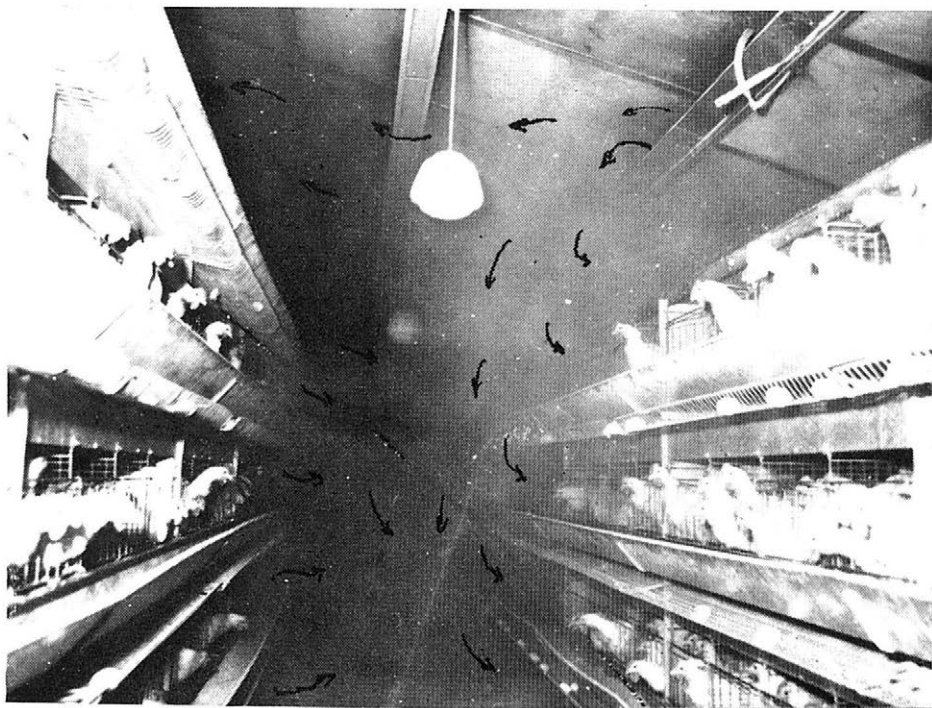
3. Zviditelněný zkratový proud vzduchu, který směřuje nad horními etážemi první a druhé řady klení (obr. 3 je pokračováním obr. 2)



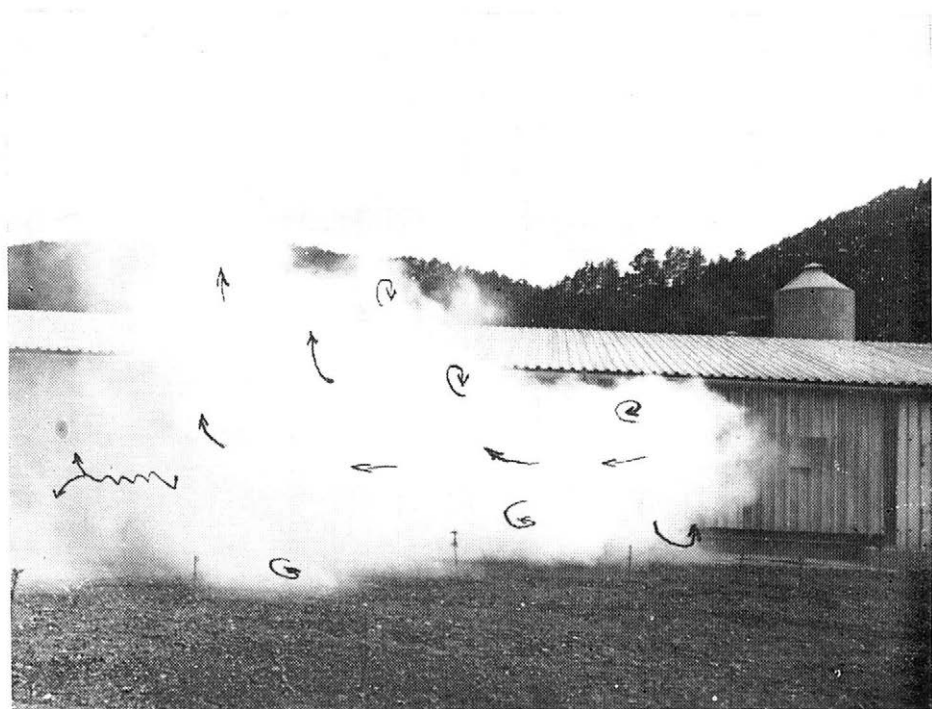
4. Zviditelněné zkratové proudy čerstvého vzduchu. Chladnější proud při podlaze proudí pod klecemi a mezi řadami klecí stoupá vzhůru ke komínovému větráku, teplejší proud proudí pod stropem rovněž směrem ke komínovému větráku. Do klecí proud nevstupuje. Pro zviditelnění bylo použito dýmovnic s teplým a studeným dýmem



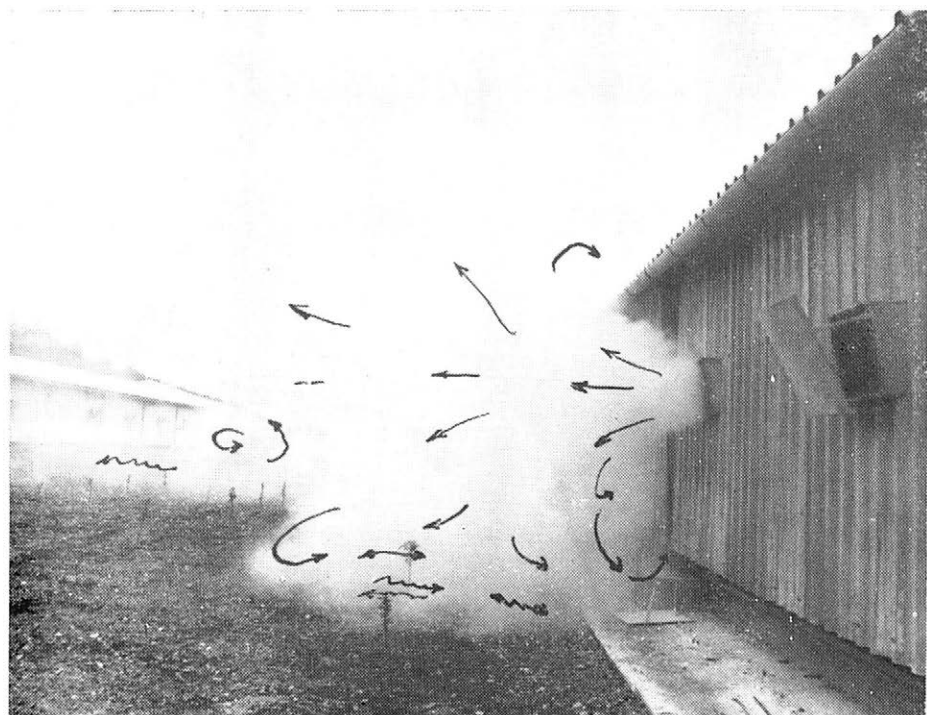
5. Zviditelněné proudy vzduchu nasávané komínovým větrákem



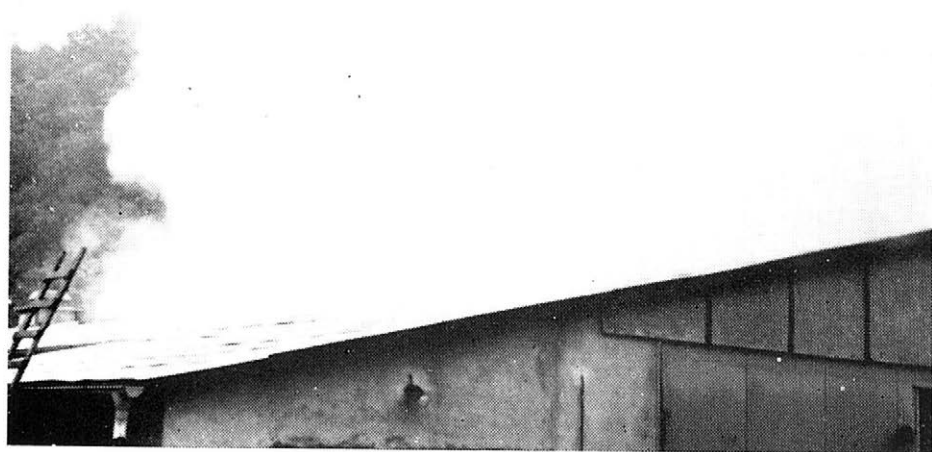
6. Zviditelněný proud vzduchu ze stropní štěrbiny v první fázi zadýmování, čerstvý vzduch rovnoměrně vstupuje do kletí. Pro zviditelnění je použito dýmovnic; teplota dýmu je stejná jako teplota vzduchu v hale



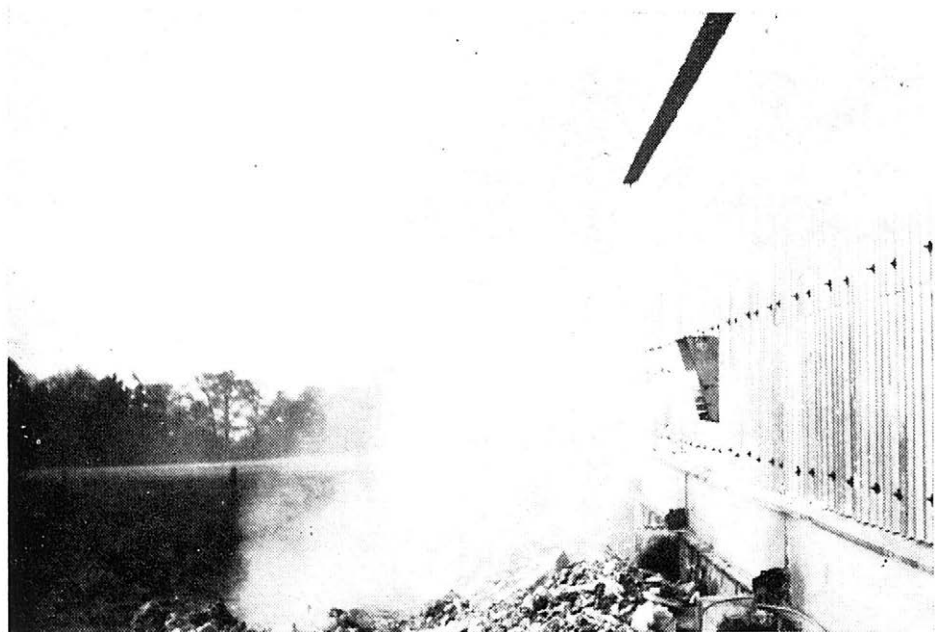
7. Zviditelněný proud vzduchu za ventilátorem vyznačuje rozptylovou oblast zkaženého vzduchu. Pro zviditelnění je použito umělého bílého dýmu pro filmové účely



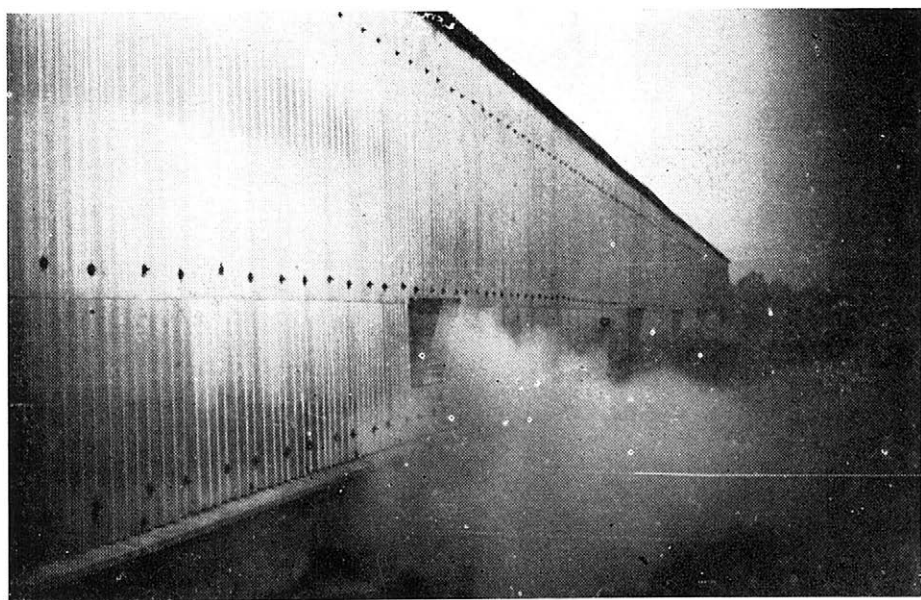
8. Zviditelnění rozptylové oblasti zkaženého vzduchu. Rozptylová oblast zkaženého vzduchu se překrývá s nasávací oblastí čerstvého vzduchu. Pro zviditelnění je použito umělého bílého dýmu pro filmové účely



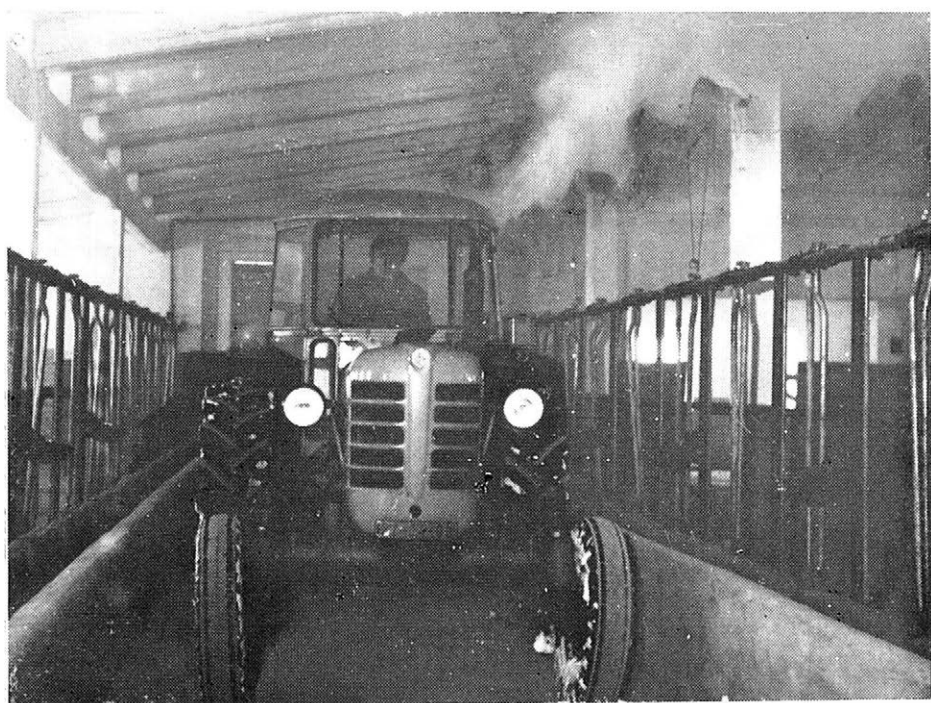
9. Zviditelnění rozptylové oblasti zkaženého vzduchu nad střechou haly. Rozptylová oblast zkaženého vzduchu je oddělena od nasávací oblasti čerstvého vzduchu. Pro zviditelnění je použito dýmovnice



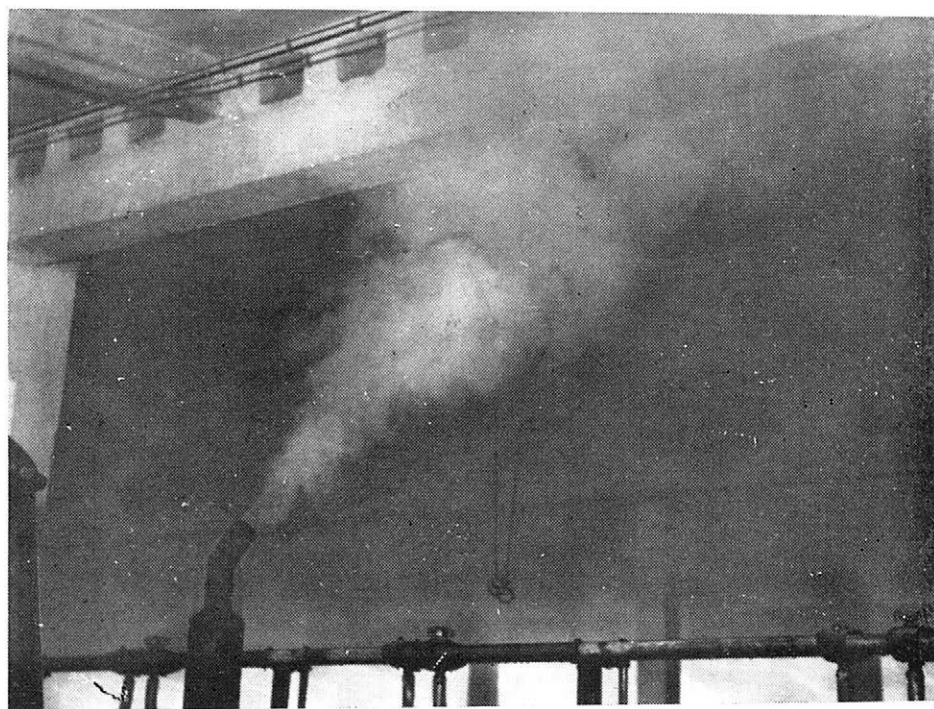
10. Zviditelněný proud zkaženého vzduchu za ventilátorem. Rozptylová oblast zkaženého vzduchu se nepřekrývá s nasávací oblastí čerstvého vzduchu. Pro zviditelnění je použito dýmovnic



11. Zviditelněný proud zkaženého vzduchu za ventilátorem na závětrné straně



12. Zviditelněný proud výfukových plynů traktoru poježdějícího v kravíně K 174. Pro zviditelnění je použit nedostatek vzduchu pro spalování paliva v motoru



13. Detail zviditelněného proudu výfukových plynů motoru traktoru poježdějícího v kravíně K 174. Pro zviditelnění je použit princip nedostatku vzduchu pro spalování paliva. (Fota zhotovila Matějčková, Holbová, Kadlec)

se omezilo na minimum nasávání vzduchu a kouření se projevilo natolik, že mohl být sledován pohyb výfukových plynů ve stáji za nejrušnějších vnějších podmínek (viz obr. 12, 13).

SNÍMÁNÍ POHYBU VZDUCHU A OBRAZCŮ PROUDĚNÍ

Při úplných zkouškách větracího zařízení je nutné pořídit dokumentační materiál, který pak slouží jednak jako podklad k dalšímu studiu pohybu vzduchu, jednak jako dokumentační materiál k hodnocení zařízení a k porovnávání různých ventilačních systémů. Zviditelněný pohyb vzduchu lze snímat rychlokamerou nebo kamerou s normálním posuvem a fotopřístroji. Při ověřování měřicích metod byly použity černobílé a barevné fotomateriály. Výsledky, které byly dosaženy rychlokamerou za různých podmínek, neměly valnou cenu a praktické vyhodnocení bylo velmi obtížné, práce při filmování byla velmi náročná, zdoluhavá a náklady poměrně vysoké. Lepší výsledky dávalo filmování obyčejnou kamerou s normálním posuvem 16 mm s barevným filmem (pro dým s různými barvami). Lze říci, že i zde je pracnost neúměrná dosaženým výsledkům. Pro zachycení celkové situace je nutné filmovat současně několika kamerami z různých stanovišť. Vyhovujících výsledků lze dosáhnout fotopřístroji, kterými se situace snímá z předem určených stanovišť v určitých fázích zviditelnění a zabarvení proudů. Každá situace zachycená na fotografii musí být dodatečně zpracována — musí být dokresleny směry proudů — a komentována písemným doprovodem, zpracovaným při snímání situace. Písemný doprovod se zpracovává ze záznamů, např. z magnetofonového pásku, na který se zachycuje slovní výklad průběhů proudů, vlivy působící na utváření proudů atd. Pro fotografování zviditelněných proudů vzduchu byl vypracován samostatný postup a metodika.

ROZLIŠOVÁNÍ VZDUŠNÝCH PROUDŮ

Pro odvod škodlivin z větraného prostoru je nutno rozlišovat primární, sekundární a místní proudění. Na základě měření a řady zkušeností ze zkoušek ventilačních systémů se měření ustálilo na následujících postupech:

1. Stabilizuje se výkonnost ventilačního systému a průběžně se měří teplota a vlhkost vzduchu, koncentrace CO_2 ve větraném prostoru a ve venkovním vzduchu a rychlost proudícího vzduchu.

2. Kouřovou zkouškou ve vyšetřované části stáje se zjistí primární proudění, udělá se zápis, zakreslí se schéma proudění, vyznačí se směry a místa dosahu primárních proudů. V příslušných řezech stáje se zakreslí obrazce primárního proudění. Ve schématech se vymezí charakteristické oblasti, které se vhodně označí (např. pole A, čtverec 1, výška a). Podle potřeby se pořídí fotografie.

3. V prostorách mimo primární proudění se fumigátorem prověří směry pohybu vzduchu (ventilace je v činnosti), směry se zakreslí do schématu.

Podle situace se body 2 a 3 prověřují a doplňují dalšími zkouškami a měřeními.

4. Místa, na která nezasahují primární proudy, se zadýmují dýmem odlišné barvy — ventilační otvory jsou v této době uzavřeny a ventilátory jsou v klidu.

5. Po zadýmování se ventilační otvory otevřou a ventilátory se uvedou v činnost. Vzduch primárního proudění se zabarví dýmem základní barvy.

6. Po ustálení stykových míst, tj. hranic proudů primárních (např. bílý dým), sekundárních (např. červený dým) vyvolaných primárními proudy a místních (např. dým zelený), se na barevný film zachytí situace z několika míst. Podle potřeby lze ještě zabarvit klidný vzduch bez pohybu. Situace se pak překreslí do příslušného řezu stáje.

7. Pořídí se stručný záznam děje graficky, písmem, příp. slovem na magnetofonový pásek s líčením průběhu situace v jednotlivých částech (polích, čtvrcích, výškách atd.).

8. Každá situace se za stejných podmínek opakuje minimálně ještě jednou.

9. V halách, v nichž je použit ventilační systém s proměnnou výkonností, je nutno základní měření provést také při minimální, průměrné a maximální výkonnosti a při krajních teplotách letních a zimních, stanovených pro příslušnou oblast ČSN.

10. Po skončeném měření a po zkouškách se materiály ihned zpracují, situace se vyhodnotí, pořídí se zápis a překreslí schémata.

Na základě kouřových zkoušek, jak se jinak označuje zviditelňování proudů vzduchu, lze informativně stanovit větrací účinnost ventilačního systému. Podstata spočívá v tom, že větraný prostor známého objemu se zadýmuje v době, kdy ventilace je v klidu (obr. 2-13). Po uvedení ventilace v činnost se měří čas, který je nutný k tomu, aby dým:

a) byl odveden z pásma pobytu zvířat,

b) byl odveden z celého prostoru haly.

Ze zjištěných hodnot lze pak stanovit větrací účinnost systému.

Z Á V Ě R

V článku je uveden význam výzkumu pohybu vzdušnin a podmínky pro studium pohybu. Jsou popsány metodické postupy při zviditelňování vzdušnin v zemědělských objektech, v nichž jsou současně živé organismy. Poněvadž výzkum proudění vzduchu je nutno uskutečňovat převážně za podmínek provozu, tj. při osazení objektů (stájí) zvířaty, musí být použité látky pro zviditelňování proudů vzdušnin ve větraném prostoru a kolem něho neškodné a inertní. Metodika zviditelňování pohybu vzdušnin se týká vzduchu čistého a zkaženého (tj. při vstupu a při výstupu), smíšeného (tj. ve větraném prostoru) a kouřových a výfukových plynů spalovacích motorů a topidel umístěných nebo pracujících (traktory) ve větraném prostoru. V článku jsou uvedeny některé možnosti, jak zaznamenávat průběh tzv. dýmových zkoušek, jak je vyhodnocovat a jak rozlišovat vzdušné proudy.

L i t e r a t u r a

HÁŠEK M., 1968, Čistota ovzduší. Práce, Praha.

HAUPTMAN J., 1968, Stájové prostředí a hospodářská zvířata. Náš chov.

KADLEC V., 1968, Zpráva o zkoušce ventilačního zařízení pro chov nosnic v klecích Big Dutchman. Knihovna katedry VSTP VŠZ Praha.

KADLEC V., 1969, Výzkum proudění vzduchu v zemědělských objektech. Výzkumná zpráva VŠZ Praha.

- KADLEC V., 1969, Podklady pro výpočet větracích systémů s ohledem na škodliviny nebiologického původu. Sborník prací, FM VŠZ Praha.
- KADLEC V., 1969, Vznik a působení škodlivin nebiologického původu a nové výpočtové metody ventilačních zařízení pro velkokapacitní stáje pro hovězí dobytek. Sborník referátů ze symposia Senážování a výstavba komplexně mechanizovaných farem pro chov skotu, Ostrava DTČ VTS.
- KADLEC V., 1970, Proudění vzduchu v klecích pro chov nosnic. Zem. technika 3 : 119-130.
- KADLEC V., 1970, Zprávy o zkouškách ventilačních zařízení v drůbežárnách typu Jeseník 1968-1970. Knihovna katedry VSTP VŠZ Praha.
- KADLEC V., 1970, Zpráva o zkoušce ventilačního systému s aktivní částí fy Ehret v halách typu NHKG Hustopeč. Knihovna katedry VSTP VŠZ Praha.
- MAČA F., 1968, Klimatizace. Praha.
- MAŠEK J., HRADIL M., Vliv průmyslových exhalací na Ostravsku na užítkovost skotu.
- PULKRÁBEK J., 1952, Větrání a klimatizace. SPN Praha.

Došlo dne 29. 10. 1970

Методика, позволяющая увидеть воздушное течение в проветриваемых помещениях

В статье описано значение исследования движения газов и пара и условия изучения этого движения. Приводятся методические приемы, позволяющие увидеть движение газов и пара в с/х объектах, содержащих одновременно и живые организмы. Ввиду того что воздушное течение надо изучать преимущественно в условиях производства, т. е. при содержании в стойлах животных, вещества, позволяющие сделать зримыми газы и пар в проветриваемом пространстве и вокруг него, должны быть безвредными и инертными. Эта методика касается как чистого, так и испорченного воздуха, т. е. как входного, так и выходного и смешанного; в проветриваемом пространстве и при наличии дымовых и отработанных газов двигателей внутреннего сгорания и нагревательных приборов, расположенных или работающих (тракторы) в этом пространстве. В статье описаны некоторые способы записи хода так наз. дымовых испытаний и их оценки. В методиках дан также способ различения воздушных течений.

The Methods of Visualizing the Air Flow in the Ventilated Areas

This article points out the importance of the research of the flow of air masses, and the conditions for the study of the flow. It presents the methodical procedures of visualizing the air masses in the farm buildings, containing at the same time some living organisms. As the research of the air flow must frequently be carried out under the conditions of operation, i.e. at the time when animals live in the buildings (sheds), the materials used in visualizing of the flows of air masses in the ventilated area and around it must be harmless and inert. The methods of visualization of the air masses flow concern the clean and contaminated air (the input, output and mixed air), namely the smoke and waste gases from the combustion engines and heaters placed or operating (tractors) in the ventilated area. In this article we also present some ways of recording so called fume tests and their evaluation. The methods also include a way of differentiation of the air currents.

Methodik der Luftströmungsversichtlichung in gelüfteten Räumen

Im Artikel werden die Forschungsbedeutung der Luftmassenbewegung und die Bedingungen zum Studium der Bewegung angeführt. Es werden die methodischen Vorgänge bei der Luftmassenversichtlichung in landwirtschaftlichen Objekten, in denen sich gleichzeitig lebendige Organismen befinden, angeführt. Da es notwendig ist die Luftströmungsforschung überwiegend unter Betriebsbedingungen zu

realisieren, d.i. bei der Besetzung der Objekte (Ställe) mit Tieren, müssen die angewandten Stoffe zur Luftströmungsversichtlichung im gelüfteten und um den gelüfteten Raum unschädlich und inert sein. Die Methodik der Luftmassenbewegungsversichtlichung betrifft die reine und verdorbene Luft, d.h. beim Ein- und Austritt und der gemischten, d.h. im gelüfteten Raum und der Rauch- und Auspuffgase der Verbrennungsmotoren und die im gelüfteten Raum angebrachten oder arbeitenden (Traktoren) Heizkörper. Im Artikel werden einige Verzeichnungsarten des Verlaufs der sog. Rauchprüfungen und deren Auswertung angeführt. In der Methodik wird auch die Unterscheidungsart der Luftströmungen angeführt.

Visualisation de l'écoulement de l'air dans les espaces aérés

Dans l'article on signale l'importance de la recherche concernant l'écoulement des substances aériennes et les conditions nécessaires à l'étude du mouvement. On indique les procédés méthodiques appliqués à la visualisation des masses aériennes dans les locaux agricoles dans lesquels se trouvent simultanément les organismes vivants. Comme la recherche de l'écoulement de l'air doit être pour la plupart réalisée pendant l'exploitation, c'est-à-dire dans les conditions, où les locaux (étables) sont occupés par les animaux, il devient nécessaire que les substances utilisées à la visualisation des courants de la masse aérienne dans les locaux aérés et dans les espaces adjacents, soient inoffensives et inertes. La méthode de visualisation du mouvement des masses aériennes concerne l'air pur et l'air pollué, à savoir l'air à l'entrée et à la sortie et l'air mélangé qui se trouve dans l'espace aéré et puis aussi les gaz de combustion et d'échappement des moteurs à combustion interne et des appareils de chauffage situés ou travaillant (tracteurs) dans l'espace aéré. Dans l'article on signale quelques modes d'enregistrement de l'allure des épreuves des fumées et de leur évaluation. Dans la méthode on indique également le mode de différenciation des courants d'air.

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír K a d l e c, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchbát

1. ÚVOD

V současné době i v budoucnosti bude úkolem zemědělské výroby zvýšit hektarové výnosy a zajistit dostatečné množství produktů nejen pro výživu obyvatelstva, ale také jako surovinu pro průmysl.

Jedním ze způsobů, jak zvýšit výnosy zemědělských kultur, je zajistit správné množství vody, které rostliny mají mít k dispozici během vegetace. Při nedostatku přirozených srážek můžeme dodávané množství vody jednotlivým kulturám regulovat. Jedním z rozšířených způsobů doplňování chybějící vody rostlinám v ČSSR i v zahraničí je závlaha postřikem.

Při tomto způsobu závlahy se voda rozstřikuje na pozemek různými typy postřikovačů. Postřikovače vytvářejí přibližně stejné podmínky jako přirozený déšť.

Hydraulické a konstrukční parametry postřikovačů mají do značné míry vliv na kvalitu závlahy. V praxi je požadavek, aby pro konstantní tlak a průměr trysky byl maximální dostřik a rovnoměrné rozdělení vody na zavlažované ploše. Maximální dostřik je důležitý z ekonomického hlediska a rovnoměrné rozdělení vody z hlediska vytvoření optimálních podmínek pro růst rostlin. Oba tyto požadavky je potřeba sladit a chápat je jako neoddělitelný celek.

Přesto se v tomto článku zabývám pouze konstrukčními parametry postřikovače a jejich vlivem na dostřik. K tomuto omezení jsem veden velkým rozsahem zkoumaných jevů.

V článku jsou tedy probrány ty úkoly, které pojednávají o výzkumu vlivu konstrukčních změn na postřikovačích, např. různé délky trysky, různé konstrukce usměrňovačů, prodlužovacích nástavců a rozrážečů vodních paprsků atd.

Rozbor základních parametrů je proveden na základě experimentálního měření a matematicko-statistického zpracování.

Délka dostřiku (L) je vedle jiných parametrů závislá na tlaku (p), průměru trysky (d_2), vnitřním úhlu v trysce ($\frac{\delta}{2}$), délce proudnice (l_1), typu usměrňovače (ω) a zásahu do proudu otáčecím zařízením (z).

Pro tyto podmínky můžeme napsat funkční závislost

$$L = f(d_2; p; \frac{\delta}{2}; l_1; \omega; z) \quad (1)$$

Ukazuje se, že řešení této funkční závislosti jako celku by bylo značně obtížné. Proto budeme zkoumat délku dostřiku pro jednotlivé proměnné za podmínky, že ostatní hodnoty budou buď konstantní, nebo jejich vliv při prvním přiblížení zanedbáme.

Délka dostřiku (L) byla měřena a vyhodnocena pro dva případy:

a) bez otáčení postřikovače, tzn. $t_{ot} = 0$; uvažujeme statický dostřik (L_s),

b) s otáčením postřikovače; uvažujeme dynamický dostřik (L_d).

Jednotlivé parametry byly měřeny přibližně za stejných klimatických, půdních i technických podmínek.

2. ROZBOR DOSTŘIKU (L_s i L_d) V ZÁVISLOSTI NA TLAKU

(p) A PRŮMĚRU TRYSEK (d_2)

Pro tento případ můžeme napsat funkční závislost

$$L_s = f(d_2; p) \quad (2)$$

Přitom zanedbáváme vliv vnitřního úhlu v trysce $\left(\frac{\delta}{2}\right)$, délku proudnice (l_1) i průměr $\frac{d_1}{d_2}$, kde d_1 je průměr proudnice, d_2 je průměr trysky. Ostatní parametry t_{ot} a z se při zkouškách nevyskytovaly. Celkem bylo provedeno 3805 měření. Na základě průměrných hodnot byla určena rovnice (polynom), která nejlépe vyjadřuje funkční závislost (2).

Hledaný polynom má tvar:

$$\bar{L}_s = c_1 d_2 + c_2 p + c_3 d_2^2 + c_4 p d_2 + c_5 p^2 \quad (\text{m}) \quad (3)$$

kde: c_1 až c_5 — koeficienty
 d_2 — průměr trysky (mm)
 p — tlak (kp cm^{-2})

Výpočet koeficientů a statistické hodnocení je provedeno pro dvě proměnné, počet funkcí 5 a počet opakování 71. Statický dostřik potom vypočteme z rovnice:

$$\bar{L}_s = 1,2856 d_2 + 4,0387 p - 0,0370 d_2^2 + 0,1845 d_2 p - 0,4441 p^2 \quad (\text{m}) \quad (3a)$$

Naměřené a vypočtené hodnoty mají následující statistické zhodnocení:

suma čtverců	147,843
počet stupňů volnosti	66
reziduální rozptyl	2,240
odhad směrodatné chyby	1,496 m
pravděpodobná chyba	1,009 m

Výpočty průměrných dostřiků podle rovnice (3a) jsou dostatečně přesné, neboť pravděpodobná chyba je velmi nízká a vypočtené hodnoty se téměř neliší od naměřených veličin.

Výsledky průměrných dostřiků ($\bar{L}_s$) pro obě proměnné (d_2 ; p) podle rovnice (3a) jsou uvedeny v tabulce I.

Pro názornost jsou vypočtené hodnoty vyneseny graficky (obr. 1), kde vedle závislosti $\bar{L}_s = f(d_2; p)$ je vynesena i závislost $Q = f(d_2; p)$. Výtokové množství (Q) je vypočteno pro $\mu = 0,88$. Nízkou hodnotu výtokového součinitele (μ) lze zdůvodnit tím, že použité postřikovače při měření v průměru vykazují tuto hodnotu.

Z vypočtených hodnot i z grafického vyjádření vyplývá, že z ekonomického hlediska nemá význam konstruovat postřikovače na maximálně možný dostřik. V této

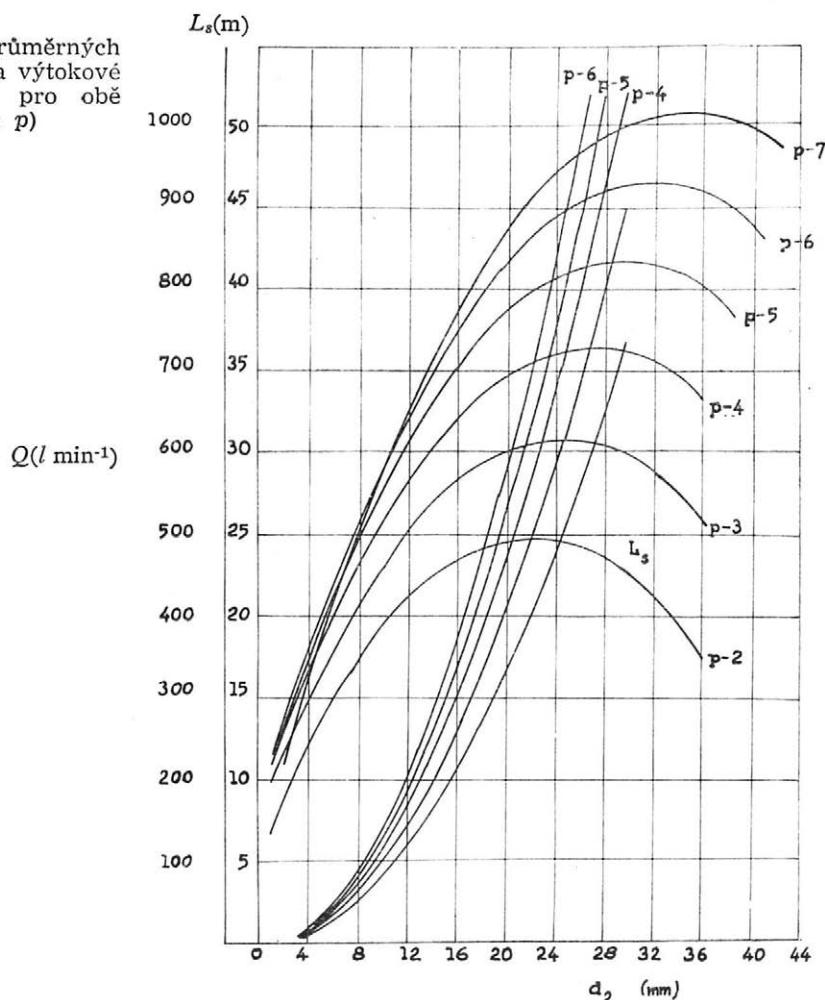
I. Hodnoty dostřiku v závislosti na tlaku a průměru trysky, vypočtené podle rovnice (3a)

Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_s$)	Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_s$)
kp cm ⁻²	mm	m	kp cm ⁻²	mm	m
2	2	9,462	3	26	30,885
2	4	12,327	3	28	30,560
2	6	14,895	3	30	29,939
2	8	17,167	3	32	29,021
2	10	19,142	3	34	27,807
2	12	20,821	3	36	26,296
2	14	22,203	3	38	24,489
2	16	23,289	3	40	22,385
2	18	24,078	3	42	19,985
2	20	24,570	3	44	17,288
2	22	24,766	3	46	14,295
2	24	24,667	3	48	11,005
2	26	24,268	4	2	12,948
2	28	23,575	4	4	16,551
2	30	22,584	4	6	19,858
2	32	21,298	4	8	22,868
2	34	19,714	4	10	25,581
2	36	17,834	4	12	27,998
2	38	15,658	4	14	30,118
2	40	13,185	4	16	31,942
2	42	10,416	4	18	33,469
2	44	7,349	4	20	34,700
2	46	3,986	4	22	35,634
2	48	0,327	4	24	36,272
3	2	11,649	4	26	36,613
3	4	14,883	4	28	36,657
3	6	17,821	4	30	36,405
3	8	20,401	4	32	35,857
3	10	22,806	4	34	35,012
3	12	24,854	4	36	33,870
3	14	26,605	4	38	32,432
3	16	28,059	4	40	30,697
3	18	29,218	4	42	28,666
3	20	30,079	4	44	26,338
3	22	30,644	4	46	23,714
3	24	30,913	4	48	20,793

pokračování

Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_s$)	Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_s$)
kp cm ⁻²	mm	m	kp cm ⁻²	mm	m
5	2	13,359	6	26	45,404
5	4	17,331	6	28	46,187
5	6	21,006	6	30	46,673
5	8	24,386	6	32	46,863
5	10	27,468	6	34	46,756
5	12	30,254	6	36	46,353
5	14	32,743	6	38	45,653
5	16	34,936	6	40	44,656
5	18	36,833	6	42	43,363
5	20	38,433	6	44	41,774
5	22	39,736	6	46	39,888
5	24	40,743	6	48	37,705
5	26	41,453	7	2	11,515
5	28	41,866	7	4	16,225
5	30	41,984	7	6	20,639
5	32	41,804	7	8	24,756
5	34	41,328	7	10	28,577
5	36	40,556	7	12	32,101
5	38	39,487	7	14	53,329
5	40	38,121	7	16	38,260
5	42	36,459	7	18	40,895
5	44	34,500	7	20	43,233
5	46	32,245	7	22	45,274
5	48	29,693	7	24	47,019
6	2	12,881	7	26	48,468
6	4	17,222	7	28	49,620
6	6	21,267	7	30	50,475
6	8	25,015	7	32	51,034
6	10	28,467	7	34	51,296
6	12	31,622	7	36	51,262
6	14	34,480	7	38	50,931
6	16	37,042	7	40	50,304
6	18	39,308	7	42	49,380
6	20	41,277	7	44	48,159
6	22	42,949	7	46	46,642
6	24	44,325	7	48	44,829

1. Výsledky průměrných
dostřiků (L_s) a výtokové
množství (Q) pro obě
proměnné (d_2 ; p)



oblasti je křivka plochá a přírůstky na 1 mm průměru trysky jsou nepatrné. Zkoumejme proto, do jaké míry má význam zvyšovat průměr trysky vzhledem k přírůstku dostřiku ($\bar{L}_s$). Přírůstek stanovíme z rozdílu dvou po sobě jdoucích hodnot.

$$\Delta \bar{L}_s = \bar{L}_2 - \bar{L}_1 \quad (\text{m}) \quad (4)$$

kde: $\bar{L}_2$ — hodnota statického dostřiku při větším průměru trysky (např. 8 mm)

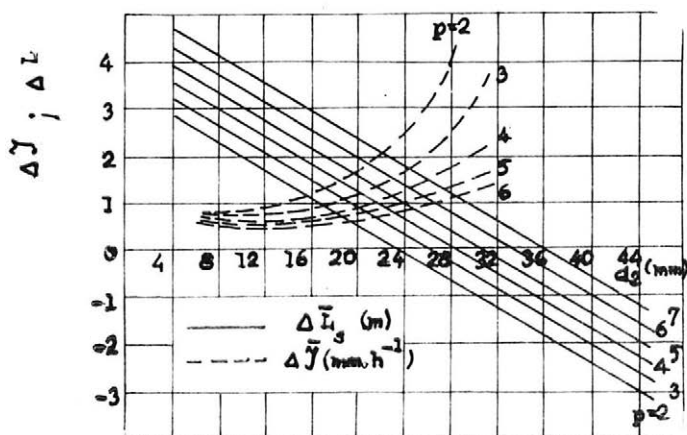
$\bar{L}_1$ — hodnota statického dostřiku při menším průměru trysky (např. 7 mm)

Výsledky jsou uvedeny graficky na obr. 2.

Zvyšování průměru trysky při konstantním tlaku by nemělo mít podstatný vliv na zvyšování průměrné intenzity (I). Podle VÚZH by měl přírůstek intenzity přesahovat hodnotu 1 mm · h⁻¹.

Výsledky tohoto rozboru jsou znázorněny na obr. 2.

Přijmeme-li omezující podmínku $\Delta I < 1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, potom z obr. 2 vyplývá, že zvyšování průměru trysky při konstantním tlaku má význam jen tehdy, je-li přírůstek $\Delta \bar{L}_s > 1 \text{ m}$.



2. Hodnoty dostřiku v závislosti na tlaku a průměru trysky pro případ bez otáčení postřikovače

Doposud jsem se věnoval statickému dostřiku. Podobně můžeme udělat rozbor vlivu průměru trysky a tlaku na dynamický dostřik ($\bar{L}_d$), to je dostřik při otáčení postřikovače.

Podmínky experimentálního měření byly stejné jako u $\bar{L}_s$. Rozdíl je pouze v tom, že měření probíhalo za otáčení postřikovače. Doby otáček byly přibližně stejné ($t_{ot} = \pm 2$ min. a rozdíl činil $\pm 10\%$).

Předpokládáme stejný tvar polynomu jako u statického dostřiku.

Výpočet koeficientů a statistického vyhodnocení je provedeno pro počet funkcí 5, počet proměnných 2 a počet opakování 49.

Dynamický průměrný dostřik ($\bar{L}_d$) se vypočte podle rovnice:

$$\bar{L}_d = 0,78028d_2 + 4,43487p - 0,02042d_2^2 + 0,18469d_2p - 0,58445p^2 \quad (\text{m}) \quad (5)$$

Naměřené a vypočtené hodnoty mají následující statistické zhodnocení:

suma čtverců	104,857
počet stupňů volnosti	44
reziduální rozptyl	2,383
odhad směrodatné chyby	1,5437 m
pravděpodobná chyba	1,0412 m

Pravděpodobná chyba 1,0412 dokazuje, že vypočtené hodnoty dynamického dostřiku podle rovnice (5) jsou dostatečně přesné a téměř se neliší od naměřených hodnot.

Výsledky průměrných dostřiků ($\bar{L}_d$) pro obě proměnné (d_2 a p), vypočtené podle rovnice (5), jsou uvedeny v tabulce II. Vzhledem k rozsahu měření jsou tabelované hodnoty dynamického dostřiku omezeny pro tlak $p = 2-4 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ pro průměry trysek $d_2 = 4-20 \text{ mm}$ a pro vyšší tlaky $p = 5-7 \text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$ pro $d_2 = 10-28 \text{ mm}$. Za horní hranici průměru a tlaku nemá rovnice (5) dostatečnou přesnost a chyba měření značně narůstá.

Z grafického vyjádření $\bar{L}_d = f(d_2p)$ a porovnání s $\bar{L}_s$ (obr. 3 a 4) pro dané rozmezí vyplývá, že průběh funkce $\bar{L}_d$ je stejný jako při statickém dostřiku. Hodnoty dynamického dostřiku jsou však nižší, neboť se zde projevuje vliv rychlosti otáčení postřikovače na délku dostřiku. Přesto zde uvádím rozdíly dynamického a statického dostřiku

$$\Delta L = \bar{L}_s - \bar{L}_d \quad (\text{m})$$

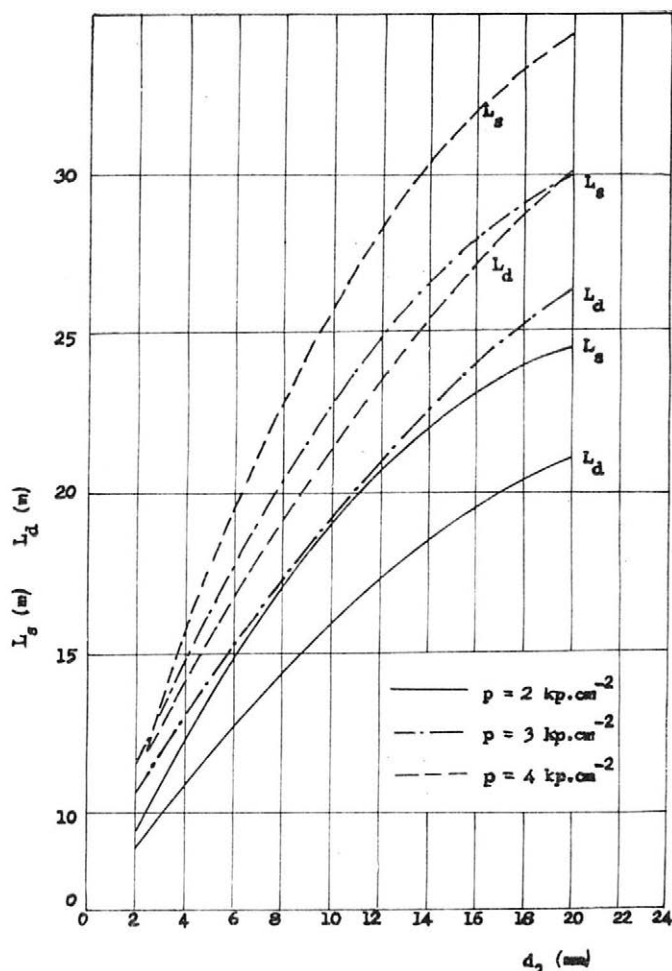
II. Hodnoty dostřiku v závislosti na tlaku a průměru trysky, vypočtené podle rovnice (5)

Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_d$)	Tlak (p)	Průměr trysky (d_2)	Dostřik ($\bar{L}_d$)
kp cm ⁻²	mm	m	kp cm ⁻²	mm	m
2	4	10,804	5	10	22,558
2	6	12,695	5	12	25,067
2	8	14,422	5	14	27,412
2	10	15,986	5	16	29,594
2	12	17,387	5	18	31,613
2	14	18,624	5	20	33,468
2	16	19,698	5	22	35,160
2	18	20,608	5	24	36,688
2	20	21,355	5	26	38,053
3	4	13,055	5	28	39,254
3	6	15,315	6	10	22,411
3	8	17,412	6	12	25,289
3	10	19,346	6	14	28,004
3	12	21,116	6	16	30,555
3	14	22,722	6	18	32,943
3	16	24,165	6	20	35,168
3	18	25,445	6	22	37,229
3	20	26,562	6	24	39,126
4	4	14,138	6	26	40,861
4	6	16,767	6	28	42,432
4	8	19,233	7	10	21,095
4	10	21,536	7	12	24,342
4	12	23,676	7	14	27,426
4	14	25,652	7	16	30,347
4	16	27,464	7	18	33,104
4	18	29,113	7	20	35,698
4	20	30,599	7	22	38,129
			7	24	40,396
			7	26	42,500
			7	28	44,440

Z obrázku 5 vyplývá, že vliv otáčení na dostřik není lineární, ale daná funkce prochází maximem.

Podobně jako u statického dostřiku zkoumejme přírůstky dostřiku ($\Delta \bar{L}_d$) a intenzity ($\Delta \bar{I}$). Přijmeme-li stejnou omezující podmínku $\Delta \bar{I} = 1 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, potom z obr. 6 vyplývá, že zvyšování průměru trysky při konstantním tlaku má význam jen v případě, že $\Delta \bar{L}_d > 1,5 \text{ m}$.

3. Hodnoty dostřiku v závislosti na tlaku a průměru trysky pro případ s otáčením postřikovače



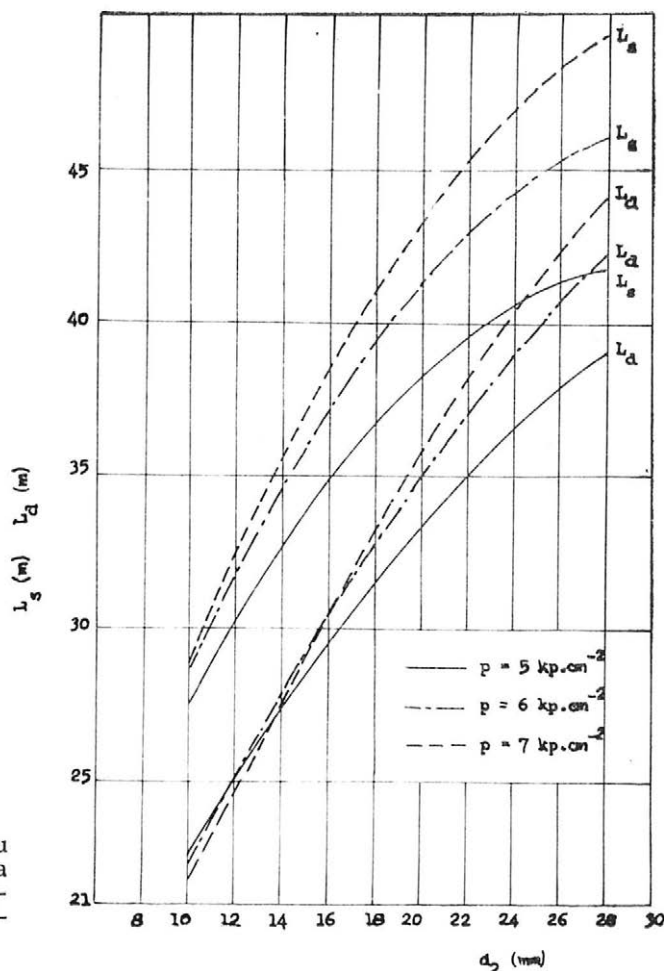
Z experimentálního měření, matematického vyjádření funkčních závislostí a statistického zpracování lze učinit následující dílčí závěry:

1. Pro praktické a orientační výpočty průměrných statických dostřiků ($\bar{L}_s$) se může s dostatečnou přesností použít rovnice (3a).

2. Z vypočtených hodnot $\bar{L}_s$ (viz tab. I a obr. 1) pro jednotlivé průměry trysek a tlaky vyplývá, že funkce dostřiku má své maximum pro daný tlak.

3. Z uvedeného vyplývá, že nemá význam pro konstantní tlak konstruovat postřikovače pro maximální dostřik, kde přírůstky na 1 mm průměru trysky jsou malé. Průměr trysky by měl být pro daný tlak stanoven v oblasti, kde přírůstky dostřiku jsou významné (viz obr. 1).

4. Zvyšování průměru trysky má dopad na výtokové množství (Q) a tím i na velikost průměrné intenzity ($\bar{I}$). Pro konstrukci postřikovačů z hlediska dostřiku a intenzity má význam zvyšovat průměry trysek při konstantním tlaku pouze v případě, že nedochází k podstatnému zvyšování průměrné intenzity. Požadujeme-li, aby přírůstek průměrné intenzity $\Delta \bar{I}$ nebyl větší než 1 mm $\cdot$ h⁻¹, potom z obr. 2. určíme nejvhodnější zvyšování průměru trysek při konstantním tlaku.



4. Hodnoty dostřiku v závislosti na tlaku a průměru trysky pro případ s otáčením postřikovače

5. Uvedené závěry platí pro zjednodušující předpoklady, uvedené na začátku kapitoly, a pro statický dostřik.

6. Pro praktické a orientační výpočty dynamických dostřiků ($\bar{L}_d$) při rychlosti otáčení $t_{ot} = 2 \text{ min} \pm 25\%$ lze s dostatečnou přesností použít rovnice (5) pro uvedené omezující podmínky.

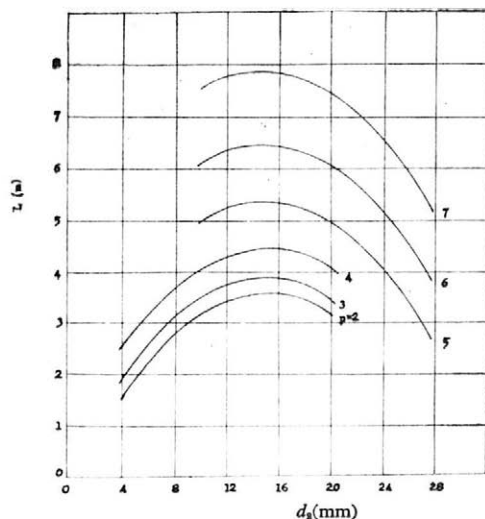
7. Z hlediska přírůstku dostřiku a intenzity platí stejné omezující podmínky jako u statického dostřiku.

8. Z porovnání rozdílů $\Delta \bar{L}_d - \Delta \bar{L}_s$ vyplývá, že vliv otáčení na dostřik není lineární, ale předpokládaná funkce má maximum.

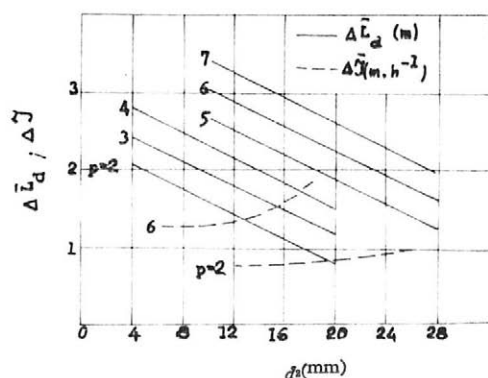
3. VLIV ZÁSAHU ÚDEROVÉ LOPATKY DO PROUDU NA DOSTŘIK

V předcházející kapitole jsme zanedbávali zásah otáčecího mechanismu do proudu vodního paprsku. U většiny postřikovačů se jedná o zásah úderovou lopatkou.

Všeobecně je známo, že vodnímu paprsku, který je za tryskou přerušován, klade okolní prostředí větší odpor. Zvýšení odporu má za následek větší rozpad proudu na



5. Vliv otáčení na dostřik



6. Přírůstky dostříku a intenzity při dynamickém dostříku

kapky, a tím zkrácení dostříku. Zásah do proudu má vedle funkce otáčení postřikovače i vliv na zlepšení kvality rozstříku.

Jsem si vědom toho, že otázku dostříku, otáčení postřikovače a kvalitu rozstříku nelze oddělovat.

Přesto informačně uvádím některé problémy zásahu otáčecího mechanismu do proudu. Sledování bylo pouze jednostranné — z hlediska dostříku. Rozsah měření byl malý, a proto nelze dělat z uvedených výsledků obecné závěry v plné šíři. Jsem toho názoru, že dílčí výsledky, i když jednostranné, jsou zajímavé a pro posouzení konstrukční a provozní stránky postřikovače důležité.

Sledovat zkrácený dostřik vlivem zásahu do proudu má význam u jednoproudnicových postřikovačů, např. PZ; PUK-1; PLK. U dvouproudnicových postřikovačů zásah do proudu z hlediska dostříku nemá význam, neboť je na pomocné proudnici.

Experimentálním měřením byl zjištěn vliv zásahu lopatky do proudu na statický dostřik. Statický dostřik byl volen v prvním přiblížení proto, že vylučuje vliv otáčení a umožňuje dobré srovnání.

Rozsah měření byl malý a zahrnoval pouze průměr trysky $d_2 = 6-18$ mm a tlak $p = 3-5$ kp · cm⁻². Přitom měření nebylo děláno pro všechny průměry trysek v celém rozsahu tlaku.

Pro určení vlivu zásahu do proudu jsme použili rovnici (3) a stanovili koeficienty (c_i).

Hledané koeficienty a statistické vyhodnocení pro případ:

	se zásahem	bez zásahu
počet funkcí	5	5
počet proměnných	2	2
počet opakování	30	48
koeficienty c_1	-0,0027	1,0627
c_2	8,5271	6,0743
c_3	-0,0030	-0,0327
c_4	0,2839	0,1761
c_5	-1,3479	-0,7047

suma čtverců	17,4177	81,9827
počet stupňů volnosti	25	43
reziduální rozptyl	0,6967	1,9065
odhad směrodatné chyby	0,8346	1,3807 m
pravděpodobná chyba	0,5629	0,9313 m

Statistický dostřik při zásahu do proudu pro meze $6 < d_2 < 18$ a $3 < p < 5$ můžeme vypočítat z rovnice

$$\bar{L}'_s = -0,0027d_2 + 8,5271p - 0,0030d_2^2 + 0,2839p d_2 - 1,3479p^2 \quad (\text{m}) \quad (6)$$

III. Vliv zásahu do proudu

p kp cm ⁻²	d_2 mm	$\bar{L}'_s$ zásah do proudu m	$\bar{L}_s$ bez zásahu do proudu m	$\Delta L_s = \frac{\bar{L}_s - \bar{L}'_s}{\bar{L}_s} \cdot 100$ % snížení při zásahu
2	6	14,943	16,640	10,198
	8	15,987	18,553	13,830
	10	17,007	20,204	15,823
	12	18,002	21,592	16,626
	14	18,973	22,718	16,485
	16	19,919	23,583	15,537
	18	20,840	24,185	13,830
3	6	18,434	20,248	8,959
	8	20,046	22,513	10,958
	10	21,634	24,516	11,755
	12	23,197	26,256	11,635
	14	24,736	27,735	10,813
	16	26,250	28,952	9,333
	18	27,739	29,906	7,246
4	6	19,229	22,446	14,332
	8	21,410	25,063	14,575
	10	23,565	27,418	14,053
	12	25,969	29,511	12,927
	14	27,803	31,342	11,929
	16	29,884	32,911	9,197
	18	31,942	34,218	6,651
5	6	17,329	23,234	25,415
	8	20,077	26,204	23,382
	10	22,800	28,911	21,137
	12	25,499	31,357	18,682
	14	28,174	33,540	15,999
	16	30,823	35,461	13,079
	18	33,449	37,120	9,889
6	6	12,732	22,613	43,696
	8	16,048	25,935	38,122
	10	19,340	28,995	33,299
	12	22,607	31,792	28,891
	14	25,849	34,328	24,700
	16	29,066	36,601	20,587
	18	32,260	38,613	16,453

a pro případ bez zásahu do proudu

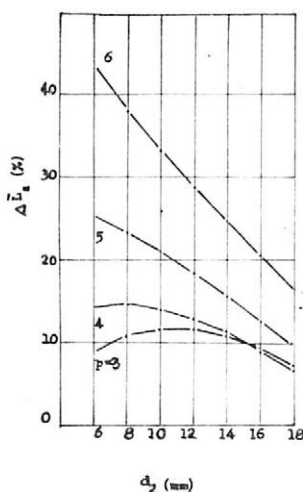
$$\bar{L}_s = 1,0627d_2 + 6,0743p - 0,0327d_2^2 + 0,1761d_2p - 0,7047p^2 \quad (\text{m}) \quad (7)$$

Tabelované hodnoty podle rovnic (6 a 7) jsou uvedeny v tabulce III. V této tabulce je uveden současně rozdíl dostříku v procentech podle vztahu

$$\Delta \bar{L}_s = \frac{\bar{L}_s - \bar{L}'_s}{\bar{L}_s} \cdot 100 \quad (\%) \quad (8)$$

Pro názornost jsou natabelované hodnoty vyneseny graficky (obr. 7).

I přes malý počet měření se ukázalo, že zásah lopatek do proudu má značný vliv na snížení dostříku. Toto snížení je tím výraznější, čím více se zvyšuje tlak při konstantním průměru trysky. Zvětšuje-li se průměr trysky, rozdíly se pro různé tlaky snižují.



7. Vliv zásahu úderové lopatky do proudu na dostřík

4. VLIV ÚHLU V TRYSCE ($\frac{\delta}{2}$) NA DOSTŘÍK

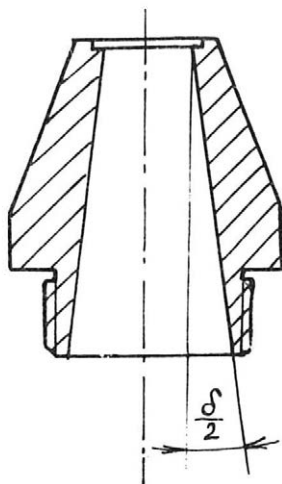
Zkontrolujeme, jaký vliv má úhel v trysce ($\frac{\delta}{2}$) (obr. 8) na dostřík.

Vyděme z experimentálního měření, které jsme provedli za následujících podmínek:

- 1 — postřikovač PUK-2 (model);
- 2 — zachováme stejné průměry trysek: hlavní $d_{21} = 16 \text{ mm}$, vedlejší $d_{22} = 7 \text{ mm}$;
- 3 — konstantní tlak kapaliny $p = 4 \text{ kp cm}^{-2}$;
- 4 — délka proudnice $l_1 = 210 \text{ mm}$ a není použito usměrňovače;
- 5 — trysky o různých úhlech $\frac{\delta}{2} = 5,16^\circ; 6,63^\circ; 8,00^\circ; 12,00^\circ; 16,00^\circ$.

Naměřené hodnoty statického a dynamického dostříku byly podrobeny statistickému zhodnocení. Použilo se analýzy rozptylu při dvojnásobném třídění. Vzhledem k významným rozdílům byla použita i metoda analýzy jednotného třídění pro nestejný počet opakování. Výsledky obou rozborů jsou pro porovnání uvedeny.

Hodnotíme-li vliv úhlu ($\frac{\delta}{2}$) na statický dostřík (L_s), dostáváme při statistické analýze dvojnásobného třídění následující výsledky:



8. Průřez tryskou

kritérium	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
A	285,7	55	5,20	31,691	významné
B	29,1	4	7,27	44,348	významné
AB	36,1	220	0,16		

Celkový průměr: $\bar{L}_s = 32,553$ m. Jednotlivé průměry pro:

$\frac{\delta}{2}$	"	5,16	6,63	8,00	12,00	16,00
--------------------	---	------	------	------	-------	-------

$\bar{L}_s$	m	32,161	32,473	32,969	32,276	32,884
-------------	---	--------	--------	--------	--------	--------

Pro hladinu významnosti prokazatelného rozdílu: $\alpha = 0,05$ byly rozdíly zjištěny mezi úhly:

5,16 — 6,63; 5,15 — 8,00; 5,16 — 16,00; 6,63 — 8,00;
6,63 — 16,00; 8,00 — 12,00; 12,00 — 16,00.

Použijeme-li analýzu jednotného třídění pro nestejný počet opakování, dojdeme k přibližně stejným výsledkům:

variabilita	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
mezi třídami	30,7	4	7,68		
reziduální	332,1	284	1,17	6,567	významné

Celkový průměr: $\bar{L}_s = 32,542$ m.

Výsledky jednotlivých tříd jsou uvedeny v tabulce IV.

IV. Analýza jednotného třídění $\bar{L}_s = f\left(\frac{\delta}{2}\right)$

Pořadí třídy	$\frac{\delta}{2}$ stupně	Počet pozorování	Průměr m	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
1	5,16	57	32,162	0,7409	0,86	2,676
2	6,63	56	32,473	0,6475	0,80	2,478
3	8,00	57	32,968	1,3086	1,14	3,470
4	12,00	62	32,251	2,1864	1,48	4,585
5	16,00	57	32,882	0,8633	0,93	2,826

Významně rozdílné průměry zjištěné S- metodou jsou mezi úhly:

5,16 — 8,00

Pro ověření správnosti výsledku $\bar{L}_s = f\left(\frac{\delta}{2}\right)$ bylo provedeno měření dynamického dostřiku $\bar{L}_d = f\left(\frac{\delta}{2}\right)$.

Po statistickém zpracování naměřené hodnoty vykazují následující výsledky:

úhel	$\frac{\delta}{2}$	°	8,00	12,00	16,00
doba otáčky postřikovačů	t_{ot}	min	1,99	1,98	1,97
dynamický dostřík	$\bar{L}_d$	m	29,16	29,25	29,03

Při měření byly zachovány stejné parametry jako u statického měření. Doba otáčky se pro uvedené tři úhly téměř neliší.

Výsledky šetření dynamického dostříku ukazují, že u zkoumaných tří úhlů nedochází k podstatnému rozdílu v dostříku. Průběh výsledku odpovídá statickému dostříku s tím rozdílem, že došlo ke snížení dostříku vlivem otáčení postřikovače.

Výsledky statického i dynamického dostříku v závislosti na úhlu v trysce $\frac{\delta}{2}$ dovolují vyslovit názor, že změna úhlu v trysce (v daném rozmezí) nemá podstatný vliv na dostřík. Rozdíly z praktického hlediska jsou tak nepatrné, že je můžeme zanedbat.

5. VLIV DÉLKY PROUDNICE (l_1) NA DOSTŘÍK

Vliv délky proudnice na dostřík byl stanoven z experimentálního měření postřikovače PUK-2 (model). Pro tento postřikovač byly vyrobeny prodlužovací nástavce.

Experimentální měření bylo zaměřeno na změření dynamického dostříku za podmínek:

- 1 — postřikovač PUK-2 (model);
- 2 — průměr hlavní trysky $d_{21} = 16$ mm; průměr vedlejší trysky $d_{22} = 7$ mm;
- 3 — konstantní tlak kapaliny $p = 4$ kp cm⁻²;
- 4 — nebylo použito usměrňovačů;
- 5 — úhel v trysce $\frac{\delta}{2} = 6,63^\circ$;
- 6 — základní délka proudnice byla 210 mm a odpovídala konstrukčnímu provedení postřikovače (výroba n. p. Sigma Olomouc);
- 7 — měřené dostříky byly při délkách proudnice $l_1 = 210; 262; 315; 368; 420; 525$ mm;
- 8 — doba otáčky byla téměř stejná a trvala přibližně dvě minuty.

Naměřené hodnoty dynamického dostříku byly podrobeny statistickému zhodnocení. Bylo použito stejných metod jako v kap. 4.

Hodnotíme-li vliv prodloužení proudnice (l_1) na dynamický dostřík ($\bar{L}_d$), dostáváme při statistické analýze dvojnásobného třídění následující výsledky:

kritérium	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test významnost
A	339,8	44	7,72	1,595 významné
B	143,9	5	28,78	5,945 významné
AB	1065,0	220	4,84	

Celkový průměr: $\bar{L}_d = 30,870$ m. Jednotlivé průměry pro:

l_1	mm	210	262	315	368	420	525
$\bar{L}_d$	m	29,71	30,41	30,80	31,85	31,68	30,74

Použijeme-li — vzhledem k významnosti — naměřených výsledků při měření analýzy jednotného třídění pro nestejný počet opakování, dojdeme k přibližně stejným výsledkům.

variabilita	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
mezi třídami	170,7	5	34,15		
reziduální	1896,3	353	5,37	6,357	významné

F tab. — 3,017

Výsledky jednotlivých tříd jsou uvedeny v tab. V.

V. Analýza jednotného třídění $\bar{L}_d = f(l_1)$

Pořadí třídy	l_1 mm	Počet pozorování	Průměr m	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
1	210	80	29,85	3,907	1,98	6,621
2	262	80	30,38	3,975	1,99	6,562
3	315	64	30,81	9,652	3,11	10,082
4	368	40	31,84	1,509	1,23	3,859
5	420	47	31,76	6,694	2,59	8,147
6	525	48	30,80	6,352	2,52	8,187

Zjištěné významné rozdíly v naměřených hodnotách jak mezi třídami, tak uvnitř tříd jsou zaviněny značným rozptylem, který nelze při měření vyloučit. Současně se statistickým hodnocením uvádím aritmetické zpracování naměřených výsledků, které lze považovat za dostatečně přesné. Celkem byly změřeny u dynamického dostřiku 1544 hodnoty.

Výsledky aritmetických průměrů jsou uvedeny v tab. VI.

VI. Vliv délky proudnice na dostřik (aritmetické zpracování)

Hodnocení dostřiku	Délka proudnice (mm)											
	210		262		315		368		420		525	
	n	$\bar{L}_d$	n	$\bar{L}_d$	n	$\bar{L}_d$	n	$\bar{L}_d$	n	$\bar{L}_d$	n	$\bar{L}_d$
Dynamické	360	28,15	160	29,70	488	29,57	280	29,91	176	30,54	80	29,87

Ze statistického a aritmetického zpracování vyplývá, že průběh funkce $\bar{L}_d = f(l_1)$ je přibližně stejný.

Považujeme délku proudnice 210 mm (tovární výroba) za základní a vyjádříme přírůstek dostřiku $\Delta \bar{L}_d$ rovnici

$$\Delta \bar{L}_d = \frac{\bar{L}_d - \bar{L}_{(210)}}{\bar{L}_{(210)}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (9)$$

kde: $\bar{L}_d$ — dynamický dostřik při zkoumané délce proudnice
 $\bar{L}_{(210)}$ — dostřik při základní délce proudnice

Výsledky tohoto rozboru jsou uvedeny v tab. VII a graficky znázorněny na obr. 9.

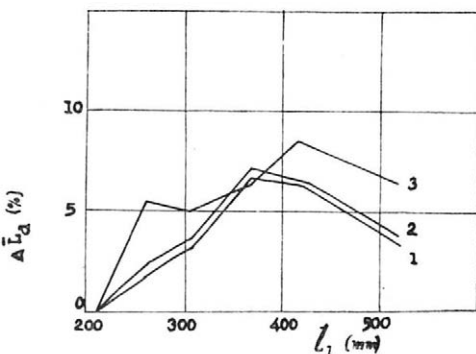
VII. Přírůstky dostřiku (ΔL_d) podle rovnice (9)

Hodnocení		Délka proudnice (mm)						
		210	262	315	368	420	525	
Statistické	ΔL_d	0	1,77	3,20	6,66	6,39	3,18	analýza jedn. třídění
		0	2,35	3,66	7,20	6,63	3,46	analýza dvoj. třídění
Aritmetické	ΔL_d	0	5,50	5,04	6,25	8,49	6,11	

Z uvedeného rozboru můžeme učinit některé dílčí závěry a vyslovit následující domněnky.

1. Výsledky experimentálního měření dokazují, že průběh funkce $L_d = f(l_1)$ má maximum. Maximální hodnota ve všech případech nepřesáhla 9% zvýšení dostřiku.

2. Pro konstrukci postřikovače lze z uvedeného rozboru $L_d = f(l_1)$ uvažovat zvýšení proudnice do maximální délky 420 mm. Přitom je třeba vzít v úvahu, že prodloužení proudnice má význam pouze tehdy, je-li přírůstek dostřiku dostatečně velký (tj. ve stoupající oblasti - viz obr. 9).



9. Přírůstky dostřiku

- 1 - anal. jedn. třídění
- 2 - anal. dvoj. třídění
- 3 - aritmet. zhodnocení

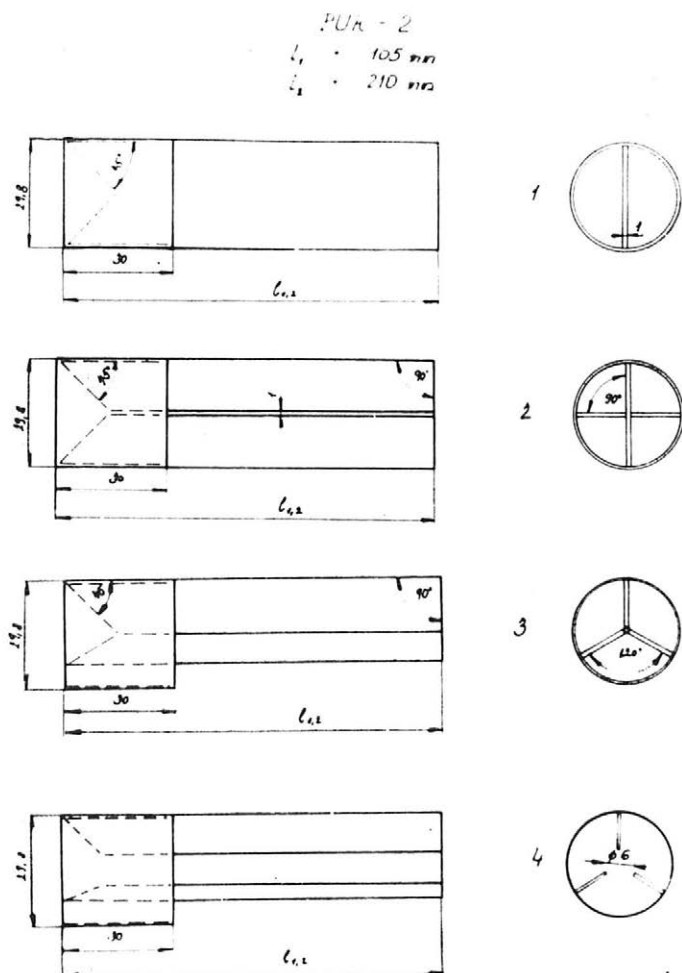
3. Vzhledem k zvýšení dostřiku má tedy význam stanovit délku proudnice, odpovídající 6—8× vnitřnímu průměru proudnice. Další prodlužování nad tuto hranici nemá opodstatnění, neboť přírůstky dostřiku jsou již nevýrazné.

4. Přiměřená délka proudnice, odpovídající vnitřnímu průměru proudnice, má vliv na zmenšení turbulentního proudění. To lze vysvětlit tím, že turbulence zaviněná ohybem proudu s určitou délkou válcovité nebo kuželovité proudnice se zmenšuje. Současne se zmenšuje i sekundární pohyb vody.

6. VLIV USMĚRŇOVAČŮ NA DOSTŘIK

Vliv různých tvarů usměrňovačů na dostřik byl jako u obou předcházejících případů stanoven na základě experimentálního měření postřikovače PUK-2 (model).

Pro tento postřikovač byly vyrobeny čtyři základní tvary usměrňovačů (viz obr. 10).



10. Základní tvary usměrňovačů

Experimentální měření bylo zaměřeno na určení statického a dynamického dostřiku za podmínek:

- 1 — průměr hlavní trysky $d_{21} = 16 \text{ mm}$; průměr vedlejší trysky $d_{22} = 7 \text{ mm}$;
- 2 — konstantní tlak $p = 4 \text{ kp cm}^{-2}$;
- 3 — úhel v trysce $\frac{\delta}{2} = 6,63^\circ$;
- 4 — délka proudnice $l_1 = 420 \text{ mm}$;
- 5 — měřené dostřiky byly při usměrňovačích č. 1; 2; 3; 4 (viz obr. 10);
- 6 — doba otáčky byla téměř stejná a trvala přibližně dvě minuty.

Naměřené hodnoty byly podrobeny statistickému zhodnocení. Bylo použito stejných metod jako ve dvou předcházejících kapitolách.

Hodnotíme-li vliv různých tvarů usměrňovačů (ω) na dynamický dostřik (L_d), dostáváme při statistické analýze dvojného třídění následující výsledky:

kritérium	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
A	632,7	85	7,44	0,972	nevýznamné
B	178,9	3	59,63	7,786	významné
AB	1952,9	255	7,66		

Celkový průměr: $\bar{L}_d = 31,27$ m. Jednotlivé průměry:

ω	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
$\bar{L}_d$ m	31,49	30,07	31,51	32,00

Použije-li se vzhledem k významnosti naměřených výsledků při měření analýza jednotného třídění pro nestejný počet opakování, dostaneme přibližně stejné výsledky.

variabilita	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
mezi třídami	178,5	3	59,49		
reziduální	2693,2	352	7,65	7,775	významné

F tab. — 3,782

Výsledky jednotlivých tříd jsou uvedeny v tab. VIII.

Vyloučíme-li při měření vliv otáčky a sledujeme-li statický dostřik, dojdeme k přibližně stejným výsledkům s tím rozdílem, že délka dostřiku bude větší vlivem zastavení rotace postřikovače.

VIII. Analýza jednotného třídění $L_d = f(\omega)$

Pořadí třídy	ω	Počet pozorování	Průměr m	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Variační koeficient	Poznámka
1	č. 1	87	31,49	6,827	2,61	8,296	dynamický dostřik
2	2	88	30,08	8,774	2,96	9,846	
3	3	95	31,49	8,200	2,86	9,094	
4	4	86	32,00	6,726	2,59	8,104	
1	1	57	35,26	0,992	1,00	2,825	statický dostřik
2	2	57	34,57	1,944	1,39	4,033	
3	3	112	35,67	2,541	1,59	4,469	
4	4	57	35,65	2,781	1,67	4,813	
Celkový průměr $\bar{L}_d$		m	31,26				
Celkový průměr L_s		m	35,28				

Při použití statistické analýzy dvojného třídění dostaneme pro tento případ následující výsledky.

kritérium	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
A	344,4	56	6,15	10,234	významné
B	18,2	3	6,08	10,117	významné
AB	101,0	168	0,60		

Celkový průměr $\bar{L}_s = 34,88$ mm. Jednotlivé průměry:

ω		č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
$\bar{L}_s$	m	35,26	34,57	35,04	34,65

Použijeme-li vzhledem k významnosti naměřených výsledků při měření analýzu jednotného třídění pro nestejný počet opakování, dojdeme k přibližně stejným výsledkům:

variabilita	součet čtverců	stupeň volnosti	podíl	F-test	významnost
mezi třídami	64,2	3	21,41		
reziduální	602,3	279	2,16	9,915	významné

F tab. — 3,782

Výsledky jednotlivých tříd jsou uvedeny v tab. VIII.

Zjištěné významné rozdíly, hlavně u kritéria A, lze vysvětlit stejně jako v kap. 5.

Pro posouzení vlivu usměrňovačů na dostřik považujeme dostřiky bez usměrňovače za základní hodnoty (L_z) a vyjádříme přírůstky nebo úbytky dostřiku (ΔL), kde L jsou dostřiky při použitých tvarech usměrňovačů.

$$\Delta L = \frac{L - L_z}{L_z} \cdot 100 \quad (\%) \quad (10)$$

Výsledky rozboru jsou uvedeny v tab. IX.

Při hodnocení usměrňovačů nemůžeme uvažovat spojitou funkci; přesto pro lepší názornost jsou jednotlivé body v obr. 11 spojeny čarami.

IX. Přírůstky dostřiku (ΔL) podle rovnice (10)

Hodnocení		Tvar usměrňovače				Poznámka
		č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	
Statistické	$\Delta \bar{L}_d$	3,24	-1,37	3,24	4,91	dynamický dostřik
	$\Delta \bar{L}_s$	3,06	1,05	3,90	3,90	statický dostřik
Aritmetické	$\Delta \bar{L}_d$	2,39	-0,68	-0,03	5,54	dynamický dostřik

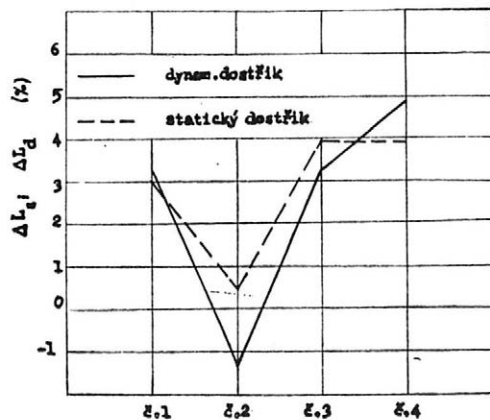
Dynamický dostřík bez usměrňovače (L_z) byl stanoven na základě měření 176 hodnot aritmetickým průměrem $\bar{L}_z = 30,50$ m. Statický dostřík bez usměrňovače byl stanoven na základě změřených 236 hodnot $\bar{L}_z = 34,21$ m.

Pro úplnost uvádím aritmetické zpracování výsledků dynamického dostříku v závislosti na tvaru usměrňovače.

tvar usměrňovače		č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
počet měření	n	208	128	144	88
průměrný dostřík	$\bar{L}_d$ (m)	31,23	30,29	30,49	32,19

Na základě měření zpracovaných výsledků lze určit následující dílčí závěry.

1. Tvar usměrňovače má vliv na dostřík, proto je třeba k němu při konstrukci přihlídnout.



11. Hodnocení usměrňovačů

2. Pro konstrukci se jeví jako nejvhodnější tvar č. 4, kde dostřík vykazuje nejvyšší hodnoty. Naproti tomu usměrňovače, které úplně rozdělují proud, mají nižší hodnoty přírůstků dostříku. Tvar usměrňovače č. 2 vykazuje dokonce zápornou hodnotu přírůstku. To lze vysvětlit zvýšeným třením vody o usměrňovač. Proto tento tvar usměrňovače nemá pro vývoj postřikovačů význam.

Dílčí závěry uváděné v tomto článku jsou stanoveny na základě experimentálního měření a statistického zpracování. V celém rozsahu si předcházející otázky a problémy vyžadují ještě dalšího podrobnějšího měření a zpracování.

ZÁVĚR

V článku jsou rozebrány jednotlivé parametry postřikovače a stanoveny základní hlediska při konstrukci postřikovačů. Jedná se především o následující parametry: vliv tlaku kapaliny a průměr trysky na statický a dynamický dostřík, vliv zásahu úderové lopatky do proudu, vliv úhlu v trysce, vliv délky proudnice a vliv usměrňovačů na dostřík.

Na základě experimentálního měření jsou stanoveny základní rovnice a grafické vyjádření pro stanovení optimálních parametrů postřikovačů.

Došlo dne 29. 10. 1970

Оптимальные параметры дождевателей с точки зрения гидравлики и конструкции

В статье рассматриваются отдельные параметры дождевателя и определяются основные аспекты конструирования дождевателей. Здесь имеются прежде всего в виду следующие параметры: влияние давления жидкости и диаметра высоты на статистический и динамический радиус действия, влияние попадания ударной лопатки в струю, влияние угла в форсунке, влияние длины линии потока и выпрямителей на радиус действия.

На основе экспериментального измерения выведены основные уравнения и диаграммное выражение оптимальных параметров дождевателей.

The Optimum Parameters of Sprinklers from the Point of View of Hydraulics and Construction

The article provides an analysis of each parameter of a sprinkler and a determination of the basic viewpoints for the construction of sprinklers. Namely the following parameters are concerned: the effect of the liquid pressure and of the nozzle diameter on the static and dynamic range of sprinkling, the influence of the impact vane hitting the stream, the effect of the angle in the nozzle, the effect of the length of streamline and the influence of rectifiers on the range of sprinkling.

The basic equations and graphs for the optimum parameters of sprinklers are determined on the basis of experimental measurements.

Optimale Spritzgerätparameter vom Gesichtspunkt der Hydraulik

Im Artikel werden die einzelnen Spritzgerätparameter analysiert und die Grundstandpunkte bei der Spritzgerätkonstruktion bestimmt. Es handelt sich vor allem um folgende Parameter: Einfluß des Flüssigkeitsdrucks und der Düsendurchschnitt auf die statische und dynamische Spritzweite, Einfluß des Eingriffs der Schlagschaukel in den Strom, Einfluß des Winkels in der Düse, Einfluß der Stromlinienlänge und Einfluß der Gleichrichter auf die Spritzweite.

Auf Grund der experimentellen Messung werden Grundgleichungen und eine graphische Darstellung zur Bestimmung der optimalen Spritzgerätparameter festgesetzt.

Paramètres optimaux des pulvérisateurs du point de vue de l'hydraulique et de la construction

Dans l'article on a examiné les paramètres particuliers du pulvérisateur et déterminé les points de vue de base pour la construction des pulvérisateurs. Il s'agit en premier lieu des paramètres suivants: Influence de la pression du liquide et du diamètre de la buse sur la portée statique et dynamique du jet d'eau, influence de l'intervention de la frappe de l'ailette sur le courant, influence de l'angle dans la buse, influence de la longueur de la ligne de courant et influence des rectificateurs sur la portée du jet d'eau.

C'est sur la base des mesures expérimentales qu'on a établi les équations principales et l'expression graphique, permettant de déterminer les paramètres optimaux des pulvérisateurs.

Adresa autora:

Ing. Václav Mašek, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchbát

Upozorňujeme naše čtenáře, že časopis

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

uveřejní v čísle 3 letošního roku tyto články:

Strouhal E., Bartolomějev A., Mareš Z.: Doprava
zrna od sklízecích mlátiček

Mašková H., Havelík J.: Teoretické základy výroby senáže

Velebil M., Chalupa M.: Metody zjišťování fyzikálních
vlastností výkalů

Janáč K.: Tepelná rovnováha stávieb pre chov koní

Pejša L.: Diagnostická prověrka dílčích krouticích momentů jed-
notlivých válců traktorového motoru

Koskuba K.: Nové knihy

63.001.2 : 518 681.3

Většina dynamických měření uskutečňovaných v zemědělském výzkumu je velmi náročná a pracná při vyhodnocování výsledků. Byla zkonstruována celá řada speciálních zařízení pro ulehčení převážně matematického zpracování grafických výsledků měření.

V poslední době se značnou měrou v tomto směru rozšířilo používání samočinných číslicových počítačů. Samočinný počítač zpracuje libovolně obtížné výpočty v krátkém čase, dá se říci, že velmi ulehčuje práci. To však platí jen do určité míry, neboť počítači je třeba před započítím výpočtů dodat mimo program také vstupní hodnoty (data). Právě dodání těchto dat bývá velmi pracné a zdoluhavé. Často je třeba pečlivě ztabelovat množství oscilografických záznamů a ztabelované hodnoty prostřednictvím děrovače vyděrovat na děrnou pásku nebo štítky. Že tímto způsobem také trpí přesnost výsledků, není třeba podotýkat. Proto se zdá jako výhodné postavit takové měřicí zařízení, které by automaticky mimo registraci na oscilografický papír ještě registrovalo na děrnou pásku, která by mohla sloužit jako páska vstupních dat pro samočinný číslicový počítač. Podobná zařízení již skutečně byla vyráběna a pracují, zejména v zahraničí. U nás je vyrábí fa. Metra Blansko delší dobu pod názvem Číslicová měřicí ústředna UM 10 a UM 20. Tyto ústředny vyhoví velmi dobře pro měření a registraci pomalu se měnících dějů (provádí 1,66 měření za sekundu). Nehodí se proto pro většinu staticko-dynamických měření, přicházejících v technické praxi v úvahu, protože čím rychleji se pozorovaný děj mění, tím je třeba pro dostatečně přesnou registraci jeho průběhu na děrnou pásku změřit a zaregistrovat více okamžitých hodnot sledovaného děje v určitém časovém intervalu.

Chceme-li měřit a registrovat na děrnou pásku průběh velikosti nějaké fyzikální veličiny, je třeba ve většině případů vytvořit měřicí linku skládající se z

- a) analogo-číslcového převodníku,
- b) organizátoru,
- c) perforátoru.

Analogo-číslcový převodník provede na povel jedno měření okamžité hodnoty měřené fyzikální veličiny a uloží do paměti. Organizátor organizuje činnost měřicí linky. Na základě programu vydává povely pro činnost analogo-číslcového převodníku, upravuje a odesílá hodnoty uložené v jeho paměti k perforátoru a organizuje jeho činnost (popřípadě ještě značkuje paralelně prováděný oscilografický záznam). Perforátor děruje naměřené okamžité hodnoty na děrnou pásku.

Maximální rychlost měření a registrace jednotlivých okamžitých hodnot měřené fyzikální veličiny na děrnou pásku závisí na maximální rychlosti nejpomalejšího z uvedených přístrojů zařazených do měřicí linky. Pokud je analogo-číslíkový převodník a organizátor sestavený z čistě elektronických prvků, mohou udělat a zpracovat minimálně 50 měření za sekundu. Je tedy maximální počet naměřených hodnot v jednotce času závislý na perforátoru. U nás vyráběný perforátor ZJŠ 332.1 je schopen děrovat 15 znaků za sekundu. Pracuje-li v synchronismu, může být rychlost děrování asi o $\frac{1}{4}$ vyšší. Tento perforátor proto pro rychlá měření nevyhovuje. Vhodný je některý ze zahraničních výrobků, např. švédský výrobek Facit PE 1500, který je schopen děrovat 150 znaků za sekundu, což skýtá možnost spolehlivě registrovat 35 třímístných číselných hodnot měřené fyzikální veličiny za 1 s na děrnou pásku v kódu CCIT.

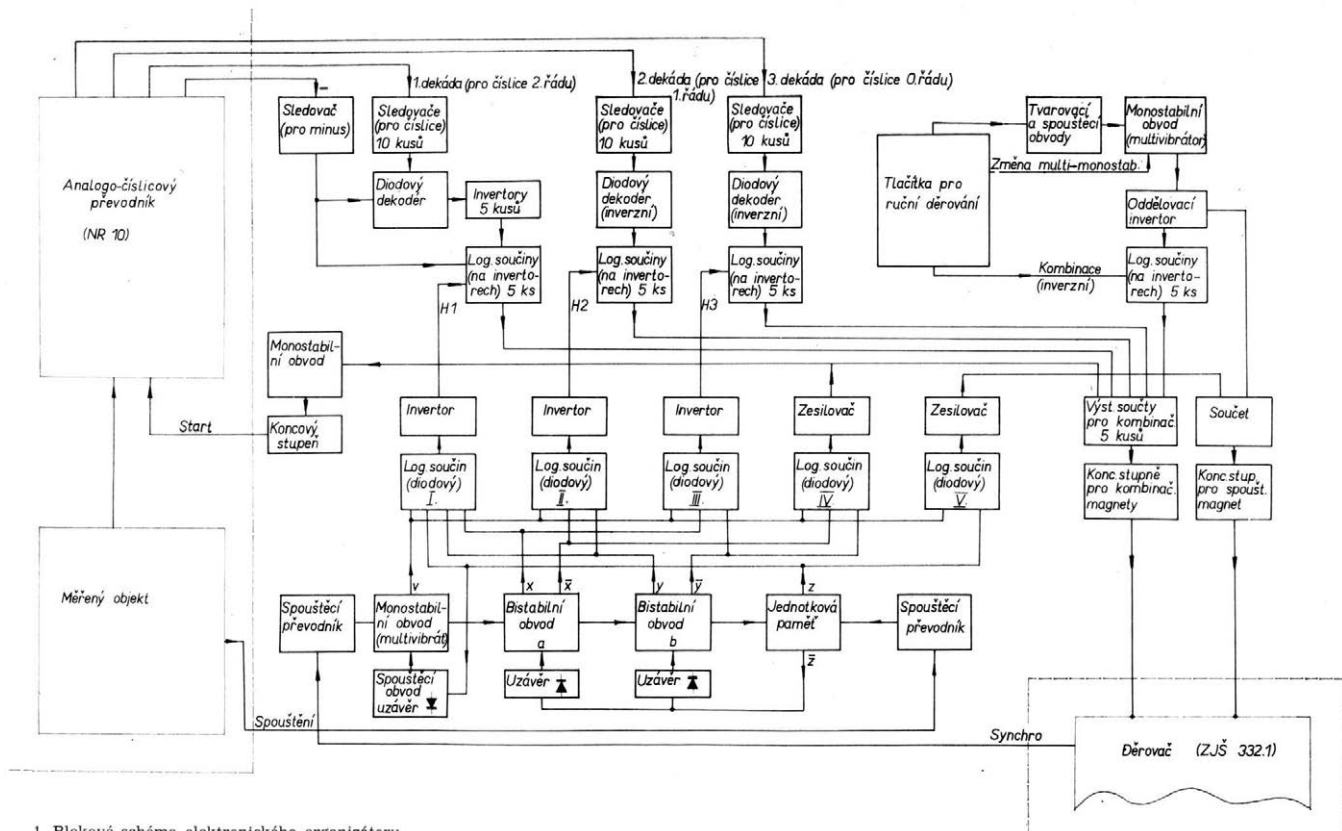
Je-li třeba měřit větší rychlostí nebo současně na více místech, musí se použít vyrovnávacích pamětí. Jako nejvýhodnější vyrovnávací paměť se jeví magnetická páska, na kterou lze nahrát při vysoké rychlosti pásky výsledky měření analogo-číslíkového převodníku v sériovém kódu a potom zpětně získávat při nízké rychlosti pásku a po úpravě na sério-paralelní kód registrovat na děrnou pásku nebo použít jako vstupních dat pro počítač přímo.

Na magnetický pás lze také nahrávat analogové časové průběhy velikostí různých fyzikálních veličin prostřednictvím elektrických signálů při velkých nahrávacích rychlostech magnetického pásu a opětně získávat podstatně zpomalené časové průběhy elektrických signálů (které jsou obrazy průběhů velikostí původních fyzikálních veličin) při pomalé přehrávací rychlosti magnetického pásu. Bez obtíží je možné 10 až 20násobné zpomalení. Při použití rychloděrovače lze tedy tímto způsobem zaregistrovat na děrnou pásku 350 až 700 třímístných číselných okamžitých hodnot jedné ze zaznamenaných proměnných fyzikálních veličin za sekundu, což stačí pro většinu dějů přicházejících v zemědělské technice v úvahu (tímto ještě nejsou vyčerpány všechny možnosti).

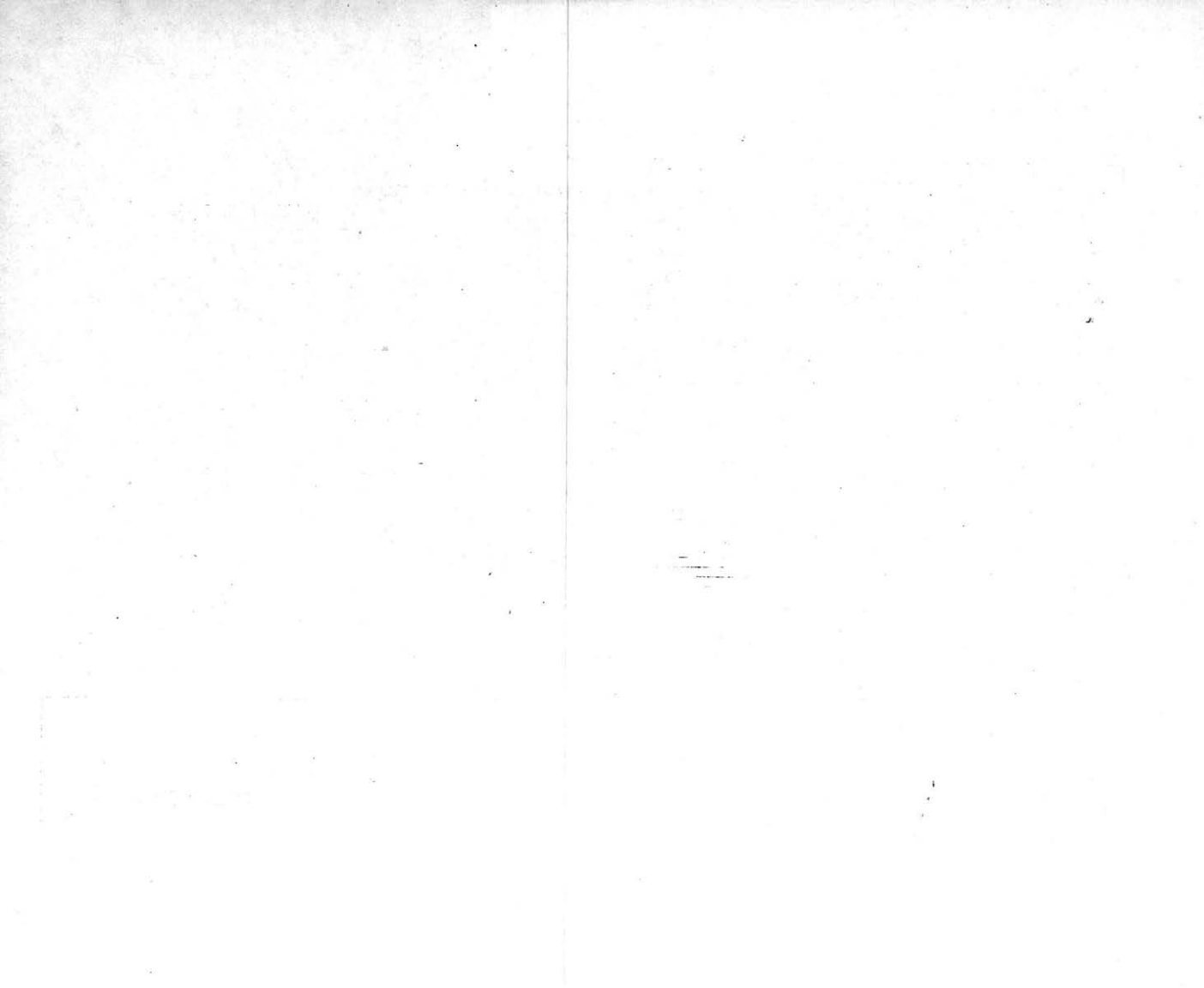
Průběhy příslušných elektrických signálů (které jsou obrazy průběhu velikostí původních fyzikálních veličin) lze nejlépe registrovat (nahrávat) tak, že je jimi modulován další střídavý signál, a to buď amplitudově, frekvenčně, příp. i jinak. Jako výhodná se jeví frekvenční modulace.

Jeden ze způsobů využití magnetické pásky jako vyrovnávací paměti pro výše uvedené měření je zachycen v patentní přihlášce, na kterou byl udělen čs. patent (Š í r 1967). Podstatou tohoto vynálezu je způsob registrace časových průběhů fyzikálních veličin měřených převážně aparaturami se střídavým nosným proudem na vícestopou magnetickou pásku tak, že na jednu ze stop je registrován střídavý referenční signál, od kterého je odvozen modulací prostřednictvím jednoho nebo více čidel měřených fyzikálních veličin časově proměnný střídavý signál nebo signály, které jsou současně registrovány na druhou nebo další stopy magnetické pásky. Opětne získávání časových průběhů proudů nebo napětí shodných s původním průběhem nebo průběhy měřených fyzikálních veličin je uskutečňováno prostřednictvím fázově citlivých usměrňovačů, jejichž napájení je odvozeno jednak od zaznamenaného referenčního střídavého signálu, jednak od zaznamenaných střídavých modulovaných signálů. Referenční signál může pak sloužit pro korekci intenzity registrace, pro korekci výstupních proudů nebo napětí při jejich opětném získávání a pro korekci rychlostí jejich časových průběhů. Dále lze při zpomaleném nebo normálním přehrávání odvodit od referenčního signálu povely pro činnost linky registrující na děrnou pásku.

Důležité je, že lze udělat libovolný počet přehrávek, dále že lze výstupních signálů použít přímo jako vstupních signálů pro analogové počítače nebo pro-



1. Blokové schéma elektronického organizátoru



střednictvím digitálních převodníků jako vstupní údaje pro samočinné číslicové počítače přímo (bez meziregistrace na děrnou pásku). Je-li však třeba pořizovat děrné pásy, zůstává zde velká výhoda možnosti změny rychlosti (bez obtíží 10 až 20násobné) při přehrávání a možnosti dalšího přehrávání pro registraci dalších průběhů dalších fyzikálních veličin z téže magnetické pásky na děrnou pásku jedinou linkou. Na katedře fyziky VŠZ používáme k tomuto účelu měřicího magnetofonu EMM 140 (výrobek Tesla — Bratislava).

ELEKTRONICKÝ ORGANIZÁTOR

Při konstrukci a stavbě elektronického organizátoru jsem byl veden snahou o sestavení co nejspolehlivějšího univerzálního přenosného a relativně levného zařízení, které by dávalo možnost sestavovat měřicí a registrační linky pro měření a registraci průběhů různých fyzikálních veličin pokud možno i mimo laboratoř. Popisovaný elektronický organizátor je vybaven mimo jiné i zařízením pro ruční děrování, což dává možnost vybavit děrnou pásku přímo na místě dalšími daty potřebnými pro pozdější zpracování výsledků měření samočinným počítačem. Elektronický organizátor je kromě jiného také možno vybavit přepínačem pro měření z více míst a zařízením pro automatické registrování mimořádných událostí vzniklých během měření (např. změna rozsahu a. č. převodníku nebo aparatury předřazené před a. č. převodník).

Vzhledem k tomu, že je potřeba, aby byl proveden v jednotce času maximální počet přesných měření, navrhl a postavil jsem elektronický organizátor tak, aby byly registrovány výsledky měření a. č. převodníku jako čísla od -99 do 999. Jednotlivé výsledky jsou registrovány tedy vždy čtyřmi znaky, tj. buď znaménko minus, dvě číslice a mezeru nebo tři číslice a mezeru. Je tedy třeba pro registraci libovolné hodnoty v uvedeném rozsahu vždy stejného časového intervalu. Toto uspořádání se jeví jako výhodné, protože jednotlivé hodnoty jsou vzhledem k použitému analogo-číslicovému převodníku (NR-10) vyjádřeny s dobrou přesností. (Vyjádřením hodnot jen dvěma číslicemi a mezerou může stoupnout rychlost měření jen 1,33krát, přičemž není plně využit uvedený a. č. převodník a přesnost vyjádření jednotlivých hodnot značně klesne. Vyjádření jednotlivých hodnot čtyřmi číslicemi a mezerou není rovněž účelné, protože čtvrtá číslice vyjádřená a. č. převodníkem je 0 nebo 5 a je velmi nejistá a dále rychlost měření klesne 0,8krát.)

Blokové schéma elektronického organizátoru je na obrázku 1. Analogo-číslicový převodník (NR-10) po stisknutí tlačítka „Start“ nebo po přivedení impulsu „Start“ od elektronického organizátoru vykoná jedno měření a výsledek uloží ve své paměti. (Obsah paměti je indikován světelným tablem.) Elektronický organizátor je napojen na výstup A paralelního kódu jedna z deseti (číslíce od 1 do 10 jsou vždy v každém řádu vyjádřeny napětím na jednom z deseti vodičů). Napojení je provedeno přes emitorové sledovače (celkem 30 kusů pro čísla a jeden pro znaménko minus) z důvodů malého možného zatížení a. č. převodníku. Signál od emitorových sledovačů pokračuje k diodovým dekodérům, kde dochází ke změně z kódu jedna z deseti na kód CCIT. (CCIT je pětiprvkový paralelní dálkopisný kód. Každý ze znaků je vyjádřen kombinací z pěti prvků, nul a jedniček. Na děrné pásce je jednotka vyjádřena vyraženým otvorem a nula nevyraženým otvorem.) Po připojení napětí na jeden z deseti vstupů dekodéru vznikne příslušná kombinace napětí vyjadřujících nuly a jednotky na pěti výstupních vodičích.

Výstupy dekodéru první dekády (dekády pro druhý řád čísla) jsou připojeny na invertory, které provádějí negaci (je-li na vstupu napětí odpovídající jednotce, je na výstupu nulové napětí a naopak).

Od těchto invertorů jsou vedeny signály na vstupy invertorů, na kterých jsou prováděny logické součiny z těchto signálů, hradlovacích signálů H1 a na třech z nich také signálu pro znaménko minus (signál pro znaménko minus je zároveň přiváděn na jedenáctý vstup dekodéru). V důsledku této úpravy — klesne-li hradlovací signál na nulu — vznikne příslušná kombinace napětí na výstupech pěti invertorů pro logické součiny vyjadřující buď znaménko minus nebo příslušnou číslici druhého řádu čísla z paměti a. č. převodníku (kombinace pro znaménko minus vznikne na uvedených výstupech vždy po klesnutí hradlovacího signálu H1 na nulu, je-li na vstupu emitorového sledovače pro znaménko minus napětí, bez ohledu na to, je-li připojeno napětí na vstupy sledovačů pro kteroukoliv číslici).

Další dvě dekády (pro číslice prvního a nultého řádu) mohou být postaveny stejným způsobem jako dekáda první (pro číslice druhého řádu) s tím, že není připojen emitorový sledovač pro znaménko minus. Toto řešení by bylo výhodné, byl-li by přístroj sestaven z výměnných desek.

V blokovém schématu je znázorněno provedení dalších dvou dekád úspornějším způsobem. Signál od a. č. převodníku je přiváděn k dekodérům opět přes emitorové sledovače. Dekodéry však jsou postaveny tak, aby mezi nimi a mezi prvky pro logické součiny nemusely být zařazeny invertory provádějící negaci. Na vstupy logických součinů těchto dekád jsou přiváděny signály od diodových dekodérů (inverzních) a hradlovacích signálů H2 (H3). Klesne-li hradlovací signál H2 (nebo H3) na nulu, vznikne na výstupech invertorů pro logické součiny kombinace napětí v kódu CCIT, odpovídající číslici, jejíž znak má být vyperforován.

Automatická činnost elektronického organizátoru je mimo jiné řízena (není-li propojena synchronizace s děrovačem) multivibrátorem, dvěma bistabilními obvody a jednotkovou pamětí, zapojenými v sérii. Po uvolnění uzávěru počne multivibrátor kmitat a zápornými hranami kmitů je překlápěn první bistabilní obvod „a“, který takto funguje jako dělič kmitočtu dvěma. Druhý bistabilní obvod „b“ je překlápěn prvním bistabilním obvodem „a“ a opět funguje jako dělič kmitočtu. Konečně na druhý bistabilní obvod „b“ je napojena jednotková paměť, která po čtyřech kmitech multivibrátoru je překlápěna a prostřednictvím diodových uzávěrů zastaví další chod multivibrátoru a popřípadě také nastaví správnou výchozí polohu bistabilních klopných obvodů.

Bistabilní obvody a jednotková paměť mají po dvou výstupech (x , $\bar{x}$, y , $\bar{y}$, z , $\bar{z}$). Je-li na jednom z nich napětí odpovídající jednotce, je na druhém napětí blízké nule a naopak. Jeden z výstupů multivibrátoru a uvedené výstupy bistabilních obvodů a jednotkové paměti jsou napojeny způsobem uvedeným ve schématu na diody, jež tvoří pět logických součinů. Signály z výstupů obvodů tvořících I., II. a III. logický součin slouží po negaci na invertorech jako hradlovací signály H1, H2, H3 pro 1., 2. a 3. dekádu (2., 1. a 0. řád čísla).

Od signálu z výstupu obvodů tvořících IV. logický součin je po úpravě odvozen signál pro děrování znaku „mezera“ a od počátku tohoto signálu činnost monostabilního obvodu; prostřednictvím jeho činnosti je spouštěn a. č. převodník („Start“ — uskutečňuje další měření).

Konečně od signálu z výstupu obvodů tvořících V. logický součin je odvozen po úpravě signál pro spouštěcí magnet perforátoru.

Má-li se využít maximálně možnosti děrovače pokud se týče rychlosti re-

gistrace, je třeba, aby elektronický organizátor pracoval v synchronismu s děrovačem. Elektronický organizátor jsem vybavil zařízením, které prací v synchronismu s děrovačem umožňuje. Za tímto účelem je třeba změnit multivibrátor na monostabilní obvod a zapojit spouštěcí převodník, kterým je monostabilní obvod spouštěn. To se udělá přepínačem. Dále je třeba opatřit unášecí hřídel pro razníky děrovače lehkou kotoučovou clonou s jedním výřezem (clonu lze upevnit na tuto hřídel pomocí šroubu — hřídel děrovače ZJŠ 332.1 je opatřen technologickým otvorem se závitem). Mimo to je ještě třeba do prostoru clony upevnit na děrovač posuvný držák pro fotonku 1PP75 a prosvětlovací žárovku. Fotonka se napojí na vstup spouštěcího převodníku (synchro) monostabilního obvodu a prosvětlovací žárovka na zdroje elektronického organizátoru. Správnou polohu uvedeného držáku lze nastavit při zkušebním chodu celého zařízení.

Dále jsem elektronický organizátor vybavil pomocným zařízením pro ruční děrování textu případně různých konstant, nutných pro výpočet samočinným počítačem. Toto zařízení pracuje následovně. Tlačítka pro ruční děrování (31 kus) připojují po stisknutí na kladný pól zdroje v inverzní kombinaci (otvoru odpovídá nepřipojení vodiče) pro příslušné znaky některé z pěti vodičů, od kterých je odvozena činnost kombinačních magnetů perforátoru. Uvedené vodiče jsou napojeny na vstupy pěti obvodů pro logické součiny na invertorech. Během stlačování některého z 31 tlačítek pro znaky jsou nejprve v příslušné kombinaci připojeny na kladný pól některé z pěti uvedených vodičů a jako poslední je vždy připojen šestý vodič, od kterého je prostřednictvím tvarovacích a spouštěcích obvodů odvozeno spouštění monostabilního obvodu. Správná funkce tlačítek je zaručena tím, že jednotlivé kontakty svazku jsou připojovány postupně tak, aby signál na poslední kontakt (šestý vodič — spuštění) se získal přes sepnuté kontakty pro kombinace.

Po spuštění monostabilního obvodu je od něho získán obdélníkový puls, který je přiveden přes oddělovací invertor jednak na druhé vstupy pěti logických součinů na invertorech pro kombinace, jednak ke koncovému stupni pro spouštěcí magnet perforátoru. Během trvání obdélníkového pulsu je na některých výstupech obvodů pro logické součiny napětí vytvářející kombinaci příslušného znaku.

Na děrnou pásku je nutno také často děrovat větší množství prázdných znaků (např. začátek, event. konec děrné pásky). Za tímto účelem je elektronický organizátor vybaven tlačítkem (32. tlačítko), které po stlačení změní přepnutím monostabilní obvod na multivibrátor a současně připojí vstupy všech pěti logických součinů pro kombinace na kladné napětí. Proto po stlačení tlačítka „prázdný znak“ je na výstupech obvodů pro logické součiny trvale nulové napětí a na vstupu koncového stupně pro spouštěcí magnet jsou obdélníkové pulsy.

Výstupy z obvodů pro logické součiny na invertorech od jednotlivých dekád, výstup zesilovače signálu pro mezeru a výstupy obvodů pro ruční děrování jsou napojeny přes obvody výsledných součtů pro kombinace ke koncovým stupňům pro kombinační magnety perforátoru. Signál pro koncový stupeň spouštěcího magnetu perforátoru je přiváděn přes součet a zesilovač od obvodů pro V. logický diodový součin nebo přes součet od oddělovacího invertoru obvodů pro ruční děrování.

Koncové stupně pro kombinační magnety a pro spouštěcí magnet jsou osazeny křemíkovými tranzistory, které mohou spínat při napětí potřebném pro uvedené magnety. Přesto musí být vinutí těchto magnetů přemostěna diodami, aby se zamezilo vzniku napěťových špiček v okamžiku, kdy končí obdélníkové pulsy.

Toto opatření však má za následek prodloužení doby pulsů. Proto je třeba upravit parametry příslušných monostabilních obvodů nebo multivibrátorů tak, aby trvání pulsů pro perforátor ZJŠ 332.1 bylo 25 ± 7 ms a doba klidu 40 ms.

S ing. Millionem jsme sestavili další verzi elektronického organizátoru pro a. č. převodník NR-10 a děrovač ZJŠ 332.1 Blokové schéma tohoto přístroje je na obr. 2. Na rozdíl od elektronického organizátoru popisovaného v předcházející kapitole je tento přístroj upraven tak, aby mohly být registrovány číselné hodnoty a. č. převodníku od -99 do $+999$ a po přepnutí od -999 do $+999$. Od předcházejícího zařízení se toto liší tedy tím, že je možnost volby čtyř nebo pěti znaků pro vyjádření čísla uloženého v paměti a. č. převodníku. To si vyžádalo zabudování přepínače, dalšího klopného obvodu a dále úpravu logických obvodů pro vyjádření znaménka minus. Je-li vyjadřováno číslo uložené v paměti a. č. převodníku pěti znaky, děruje se vždy na počátku čísla nula při kladné hodnotě tohoto čísla a znaménko minus při záporné hodnotě čísla. Při vyjádření čísla, které je uloženo v paměti a. č. převodníku čtyřmi znaky, je při záporných hodnotách čísel místo první číslice čísla (nejvyššího řádu) děrováno vždy znaménko minus a při kladné hodnotě tato číslice.

Tento přístroj nebyl vybaven zařízením pro ruční děrování. Činnost uvedeného elektronického organizátoru je zřejmá z připojeného blokového schématu (obr. 2).

VYUŽITÍ ELEKTRONICKÉHO ORGANIZÁTORU

Využití elektronického organizátoru je velmi široké. Zvláště výhodné je jeho použití v měřicí lince s registrací průběhu měřené fyzikální veličiny na děrnou pásku v případech, kdy je vyhodnocování výsledků měření náročné na matematické zpracování. Získaná děrná páska poslouží potom jako páska vstupních dat pro samočinný počítač. Je zřejmé, že vyhodnocování výsledků měření samočinným počítačem je rychlé a umožňuje výběr nejvýhodnějších metod matematického postupu. Použitím registrace průběhů měřených fyzikálních veličin na děrnou pásku za účelem vyhodnocování počítačem potom odpadá potřeba dalších speciálních a náročných vyhodnocovacích zařízení.

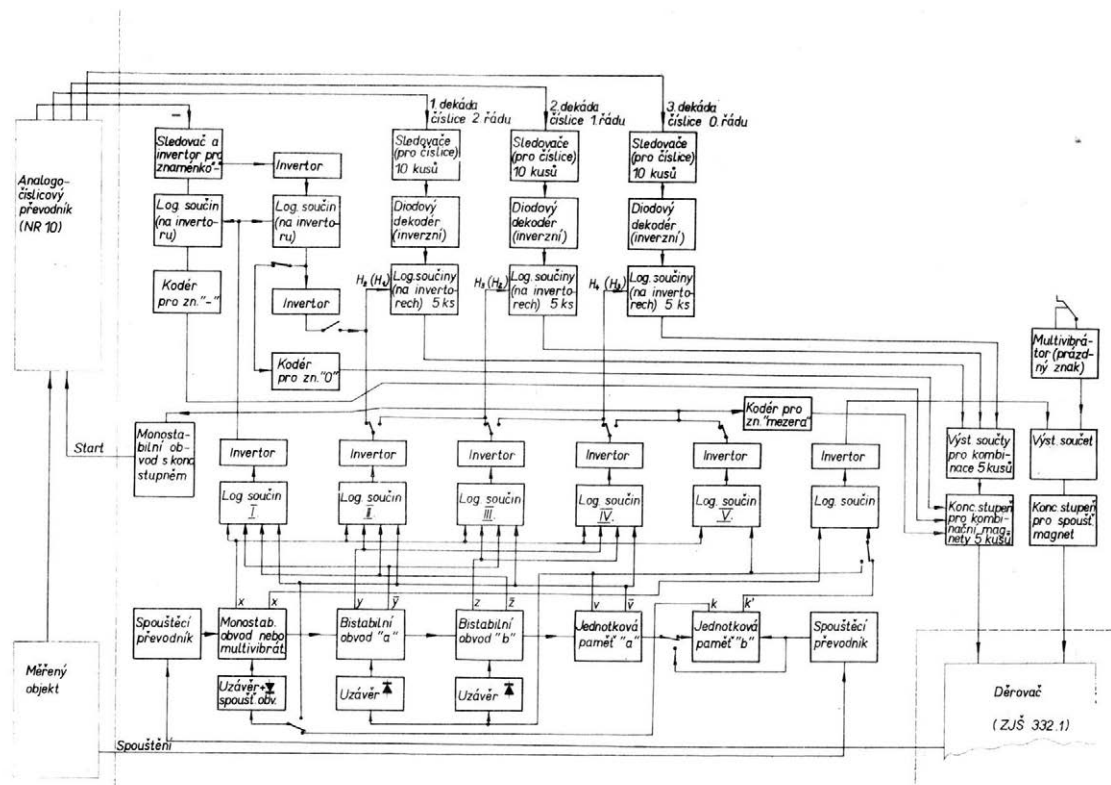
VYUŽITÍ ELEKTRONICKÉHO ORGANIZÁTORU PŘI MĚŘENÍ NA TRHACÍCH STROJÍCH

Velmi dobře se hodí elektronický organizátor pro registraci výsledků různých tahových a tlakových zkoušek různých materiálů na děrnou pásku. Pro tuto měřicí linku jsem přizpůsobil tenzometrickou aparaturu se střídavým nosným proudem značky Philips PR 9303 tak, aby na výstupu bylo napětí v rozmezí od nuly do 10 V. (Vzhledem k možnostem registrace na děrnou pásku může být měřené napětí na vstupu a. č. převodníku v rozmezí od $-0,99$ V do $+9,99$ V).

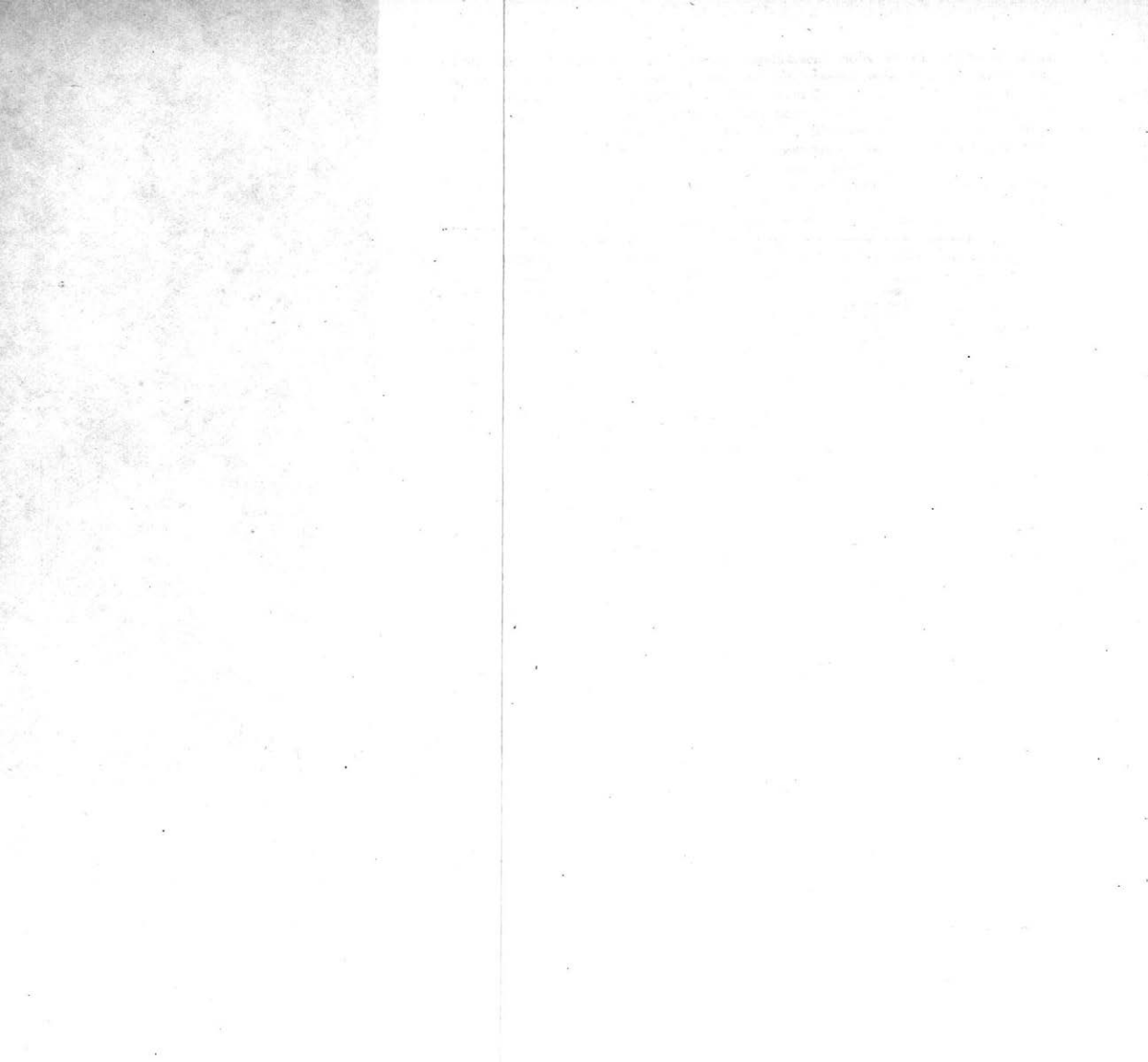
Čidlo pro měření translace jha trhacího stroje je vytvořeno kotoučovou clonou, fotonkou a prosvětlovací žárovkou. Kotoučová clona s radiálními výřezy je uváděna do otáčivého pohybu pohybovým mechanismem trhacího stroje a touto clonou je přerušován světelný tok mezi prosvětlovací žárovkou a fotonkou. Signály od fotonky je potom řízena činnost elektronického organizátoru.

Protážení (stlačení) Δl vzorku potom samočinný počítač stanoví na základě počtu naměřených hodnot

$$\Delta l = k \cdot n$$



2. Blokové schéma elektronického organizátoru pro analogo-číslcový převodník NR 10 a děrovač ZJS 332.1



kde: Δl — protažení (stlačení) vzorku (cm)
 k — konstanta daná konstrukcí převodů trhačního stroje a počtem radiálních výřezů na kotoučové cloně (cm)
 n — počet naměřených (zaregistrovaných) hodnot síly

Zatěžující sílu F_z stanoví samočinný počítač podle vztahu

$$F_z = \frac{N_m}{N_o} F_o \cdot K$$

kde: F_z — okamžitá zatěžující síla (kp)
 N_m — číslo úměrné okamžité hodnotě měřené síly F_z , zaregistrované na děrné pásce během měření
 N_o — střední hodnota z čísel získaných a zaregistrovaných při kontrolním známém zatěžování čidla pro měření síly
 F_o — velikost kontrolní zatěžující síly (kp)
 K — číslo, udávající, jak byla změněna citlivost tenzometrické aparatury mezi vlastním měřením a kontrolním zatěžováním čidla (nebyla-li měněna citlivost, $K = 1$)

Na základě těchto vypočítaných okamžitých hodnot fyzikálních veličin Δl , F_z jsou potom počítány okamžité hodnoty a průběhy dalších fyzikálních veličin, a to napětí, relativní prodloužení, relativní zúžení atd.

VYUŽITÍ ELEKTRONICKÉHO ORGANIZÁTORU PRO POLOAUTOMATICKOU NEBO PLNĚ AUTOMATICKOU LINKU NA TABELOVÁNÍ GRAFŮ

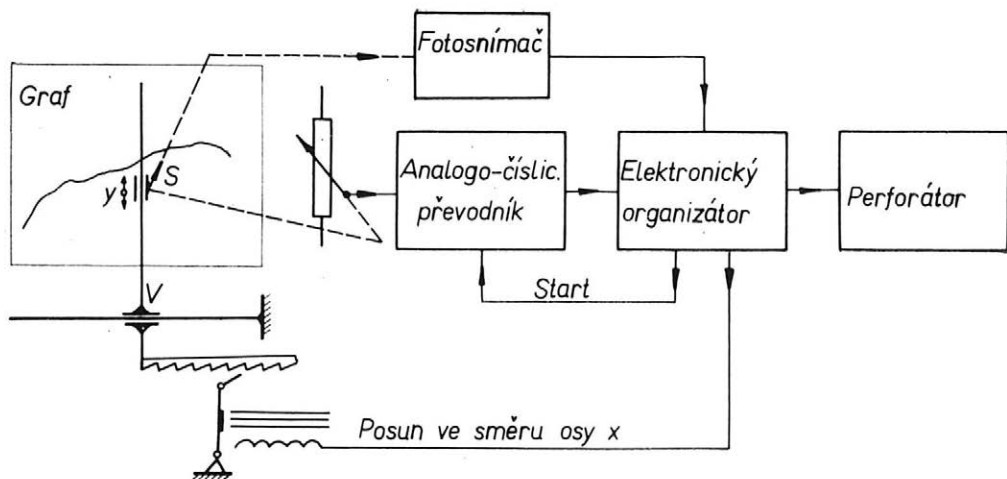
Časově velmi náročné bývá zpracování výsledků měření, které byly získány ve formě grafu. Pro některá taková měření lze jen s velkými obtížemi rádně vyhodnotit výsledky, což platí zvláště pro měření u zemědělské techniky. I když jsou dnes pro matematické zpracování výsledků běžně dostupné samočinné počítače, zůstává časově velmi náročný proces tabelování grafů a registrace tabelovaných hodnot na pásku vstupních dat pro počítač.

Využití elektronického organizátoru v poloautomatické nebo plně automatické lince pro tabelování grafů na děrnou pásku může problém s procesem tabelování grafů a s jejich registrací na pásku vstupních dat odstranit.

Je nutno zdůraznit, že daleko výhodnější ve všech směrech je použití přímé registrace průběhu měřených fyzikálních veličin na děrnou pásku a v těch případech, kdy u sledovaného děje pro jeho rychlost změny nelze použít přímé registrace, použít magnetické pásky jako vyrovnávací paměti.

Blokové schéma linky pro samočinné tabelování grafů na děrnou pásku je na obr. 3. Analogový signál pro vstup a. č. převodníku je přiváděn od jezdce přesného lineárního potenciometru, jehož nastavení je odvozeno od polohy sondy S ve směru osy y ; může být nastavováno ručně a elektrický organizátor spouštěn tlačítkem po nastavení sondy na funkční křivku grafu. Po spuštění elektrického organizátoru dojde k vyděrování na pásku předcházející změřené hodnoty y , k změření současné hodnoty y (hodnoty y jsou v době mezi měřením a registrací uloženy v paměti a. č. převodníku) a k posuvu sondy S ve směru osy x , buď ručně nebo krokovým motorem, který dostává signál od el. organizátoru. Takto by byla uspořádána linka pro poloautomatické tabelování grafů na děrnou pásku.

Plně automatická linka musí mít navíc sondu S , opatřenou osvětlovacím zařízením a fotosnímačem s optikou, od kterého je odvozen spouštěcí signál pro



3. Blokové schéma linky pro samočinné tabelování grafů na děrnou pásku

elektrický organizátor v okamžiku, kdy se sonda *S* pohybuje přes funkční křivku grafu. Posun sondy ve směru osy *y* musí být vyvozován motorem s reverzací chodu. Reverzací chodu motoru vykonává elektrický organizátor. (Činnost krokového motoru a reverzačního přepínače lze řídit hradlovacími signály el. organizátoru.)

Jednoduše a bez úprav lze plně automatickou linku pro tabelování grafu na děrnou pásku sestavit z těchto přístrojů: souřadnicový zapisovač BAK 4T, výrobek firmy Aritma, analogo-číslicový převodník NR-10, výrobek firmy Metra, elektronický organizátor (popisovaný na předcházejících stranách) a děrovač 332.1, výrobek ZJŠ. Souřadnicový zapisovač BAK má totiž navíc zabudovaný přesný potenciometr, jehož nastavování je odvozeno současně se zapisovadlem servomechanismem pro posun ve směru *y*. Vstupní analogový signál pro a. č. převodník lze získat tedy přímo z tohoto potenciometru. Uvedený zapisovač pracuje po náhradě pisadla fotoelektrickou sondou a po jejím připojení na vstup jako sledovač (čteč) nakresleného grafu (fotoelektrickou sondu dodává na přání výrobce k zapisovači). Další výhodou je možnost zpracování dlouhých grafů a možnost nastavení různých stálých rychlostí posuvu ve směru osy *x*. Od posuvu ve směru osy *x* je nutno odvodit činnost elektrického organizátoru prostřednictvím fotosnímače (to je jediná nutná úprava).

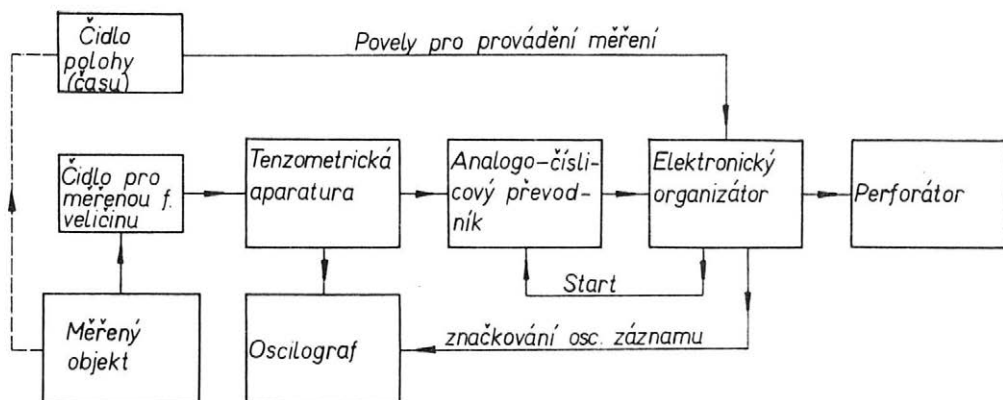
Během provozu potom fotoelektrická sonda sleduje funkční křivku grafu a protože s jejím pohybovým mechanismem je spojen přesný potenciometr, je okamžitá velikost analogového signálu na jezdcí úměrná velikosti souřadnice *y* v místě fotoelektrické sondy. Velikost tohoto analogového signálu (a tím i velikost souřadnice *y*) je v nastavených intervalech měřena a. č. převodníkem a registrována perforátorem na děrnou pásku.

VYUŽITÍ ELEKTRONICKÉHO ORGANIZÁTORU PŘI MĚŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÝCH ZAŘÍZENÍCH

Pro měření, které jsme uskutečnili na zemědělských zařízeních na VŠZ v Praze, jsem uspořádal měřicí linku tak, jak je znázorněno na obr. 4. Tato měřicí linka se skládala z tenzometrické aparatury TDA-3, třísmičkového os-

cilografu RFT, analogo-číslicového převodníku NR-10, elektrického organizátoru a perforátoru ZJS 332.1.

Na výstup tenzometrické aparatury byl napojen smyčkový oscilograf, který pořizoval paralelní grafický záznam výsledků měření. Analogo-číslicový převodník byl napojen na tenzometrickou aparaturu prostřednictvím upraveného stejnosměrného zesilovače Z 21 (výrobek fy. Metra). Výstupní data a. č. převodníku po zpracování elektronickým organizátorem byly registrovány děrovačem na děrnou pásku. Činnost elektronického organizátoru, a tím i celé linky pro registraci výsledků měření na děrnou pásku, byla odvozena od čidla polohy (času). Čidlo polohy bylo tvořeno kotoučovou clonou s radiálními výřezy, fotobuňkou a prosvětlovací žárovkou. Kotoučová clona byla spojena s měřeným objektem a při práci tohoto objektu přerušovala světelný tok mezi prosvětlovací žárovkou a fotobuňkou. Signály od fotobuňky jsou závislé v tomto případě na stavu (poloze) měřeného objektu. V případě, že signály od fotobuňky — a tedy činnost měřicí linky — měly být závislé na čase, byla kotoučová clona poháněna synchronním motorem s měnitelným převodem.



4. Měřicí linka pro měření na zemědělských zařízeních

Postup automatické činnosti přístrojů při měření je tento. Po stisknutí tlačítka „Start“ nebo po přivedení startovacího impulsu provede a. č. převodník jedno měření okamžité hodnoty výstupního napětí tenzometrické aparatury (toto napětí odpovídá okamžité hodnotě měřené fyzikální veličiny a jeho průběh je registrován oscilografem) a výsledek uloží ve své paměti. Po příchodu signálu od čidla polohy (času) do elektrického organizátoru jsou prostřednictvím el. organizátoru upravena a posléze postupně registrována perforátorem data, která jsou uložena v paměti a. č. převodníku. Dále je odeslán signál k oscilografu pro označení odpovídající polohy oscilografického záznamu. Po vykonání těchto operací je el. organizátorem vybaven povelový signál „Start“ k analogo-číslicovému převodníku, který po jeho přijetí provede další měření, uloží do paměti atd.

S popisovanou linkou pro tabelování naměřených hodnot na děrnou pásku jsme mimo jiné konali měření s doc. ing. M. Friedmanem, CSc., na půdním kanálu. Účelem těchto měření bylo stanovit průběhy sil působících na nožové a kotoučové krojidlo při jeho práci.

Článek se zabývá možnostmi využití moderních číslicových metod v zemědělské technice a výzkumu. Je popsán přístroj, který slouží k řízení činnosti a. č. převodníku NR-10 a k děrování hodnot naměřených a. č. převodníkem prostřednictvím perforátoru ZJŠ 332.1 na děrnou pásku. Jako příklady využití měřicí linky pro samočinné tabelování naměřených hodnot na děrnou pásku je uvedena linka pro tahové zkoušky materiálů, linka pro měření na zemědělských zařízeních a linka pro tabelování grafů.

L i t e r a t u r a

MIRTES B., 1961, Číslicové měření. SNTL Praha.

ŠÍR V., 1967, Způsob registrace časových průběhů fyzikálních veličin měřených převážně aparaturami s nosným proudem na vícestopou magnetickou pásku. Čs. patent — č. 133 671.

— Analogově číslicový převodník NR-10. METRA-Blansko.

Došlo dne 29. 10. 1970

Возможности применения цифровых методов в с/х технике и научном исследовании

Статья рассматривает возможности применения современных цифровых методов в с/х технике и научном исследовании. В ней описано устройство, служащее для управления работой преобразователя NR-10 и для перфорации замеренных им величин при помощи перфоратора ZJS 332.1 на перфоленту. В качестве примера использования измерительной линии для электронного табулирования промеренных величин на перфоленту приводится линия для испытаний тяги материалов, линия для измерений при помощи с/х устройств и линия для табулирования диаграмм.

The Possible Use of the Digital Methods in the Agricultural Practice and Research

The article deals with the possible use of the modern digital methods in the agricultural practice and research. The author describes an apparatus serving in the management of the operation of the analogue-to-digital converter NR-10, and in punching the values obtained by the analogue-to-digital converter in the punched tape, by means of the ZJŠ 332.1 perforator. A line for tension tests of materials, a line for measuring in the agricultural equipment and a line for the tabulation of graphs are mentioned as examples of the use of the measuring line for an automatic tabulation of the values obtained by measuring in the punched tape.

Anwendungsmöglichkeiten der Ziffernmethode in der Landtechnik und Forschung

Der Artikel befaßt sich mit der Möglichkeit der Ausnützung von modernen Ziffernmethode in der Landtechnik und Forschung. In diesem Artikel wird das Gerät, das zur Leitung der Tätigkeit des Meßwertwandlers NR-10 zur Lochung durch den Meßwertwandler mittels des Perforators ZJŠ 332.1 auf das Lochband gemessenen Werte dient, beschrieben. Als Beispiel der Meßanlageausnützung für selbständiges Tabellieren der gemessenen Werte auf das Lochband wird die Arbeitskette für Materialzugprüfungen, die Arbeitskette zum Messen in landwirtschaftlichen Einrichtungen und die Arbeitskette zum Tabellieren von Diagrammen angeführt.

Adresa autora:

Ing. Věroslav Šír, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchbát

631.31.001.4 631.442.4 531.2 531.43

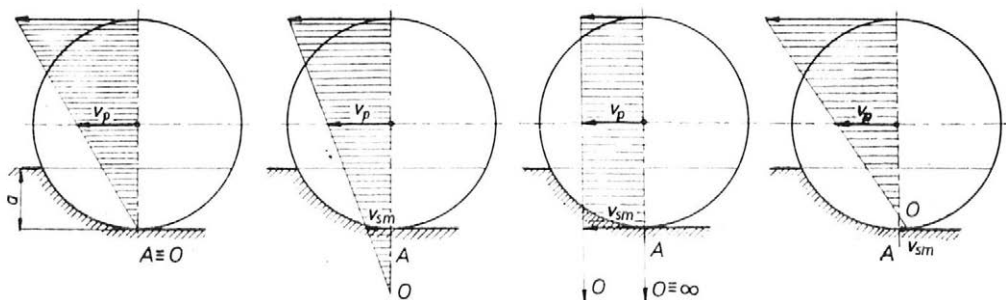
Jednou ze základních funkcí pracovního orgánu stroje na obdělávání půdy je řezání. Máme-li na mysli pracovní úkon, při kterém se půda jen řeže, dochází i při něm ke stlačování, a tedy k pružné nebo i plastické deformaci půdy, k usmyknutí, roztržení půdy, k přemísťování jednotlivých kousků zeminy, a proto také — kromě tření půdy o nástroj — i ke tření půdy po půdě. Odpor řezání se skládá ze součtu elementárních odporů odpovídajících pracovnímu úkonu; závisí na fyzikálních vlastnostech a složení půdy, na způsobu i rychlosti řezání, na tvaru řezného nástroje a na jeho zahloubení. Z pracovních orgánů strojů na zpracování půdy slouží k řezání půdy výlučně jen krajidlo kotoučové nebo nožové. U moderních radličných pluhů jsou rozšířenější krajidla kotoučová, přestože jsou konstrukčně složitější. Mají totiž některé přednosti před nožovými krajidly: jejich práce je kvalitnější — při odřezávání půdy rozřezávají lépe i rostlinné zbytky a zatlačují je pod povrch, kdežto nožová krajidla je vytahují. Kotoučová krajidla se také nezachycují tak snadno o různé překážky v půdě; jestliže na ně najedou, pluh se vyhlubuje. Mají i menší tahový odpor. Hloubka řezání těmito krajidly nebývá ovšem velká, neboť pro větší hloubky by kotouče musely být rozměrnější a se zvětšením průměru se zvýší, jak později dokážeme, svislá složka reakce půdy, která se snaží vytlačit krajidlo z půdy. Výhody kotoučových krajidel před nožovými plynou z otáčivého druhotného pohybu řezacího nástroje. Kotouč se přitom otáčí působením třecí síly mezi ním a půdou. Kvalita řezání, rozložení všech sil (čili celá činnost) je ovlivněna způsobem pohybu kotouče vůči řezanému médiu. Úkolem této studie je prodiskutovat základní vztahy při řezání, a to jak teoreticky, tak na podkladě experimentů, a sestavit platné závěry. Při teoretickém rozboru budeme charakterizovat pohyb kotouče a postavíme obecné rovnice pro silové poměry. Pokusy pak stanovíme skutečné síly i skutečný charakter pohybu.

TEORETICKÉ ZÁVISLOSTI

ZÁKLADNÍ HYPOTÉZA

Řezný nástroj kotoučového krajidla se otáčí, jak bylo uvedeno, působením třecí síly mezi kotoučem a půdou. Obecně mohou nastat čtyři případy pohybu; rychlostní poměry jsou znázorněny na obr. 1. Střed kotouče má vždy rychlost v_p , odpovídající pojezdové rychlosti rámu, protože kotouč je rámem tláčen nebo tažen.

Na obrázku 1 vlevo je znázorněn případ, kdy se kotouč valí po dnu vytvořené brázdy; okamžitý střed otáčení O kotouče je totožný s bodem A kotouče na dně. Druhý obrázek odleva ukazuje rychlostní poměry v případě, kdy se kotouč otáčí těžce nebo má z jiných důvodů jistý skluz; okamžitý střed otáčení O bude pod dnem. Je-li kotouč úplně zablo-



1. Rychlostní poměry při různém charakteru pohybu kotoučového krojidla

kován a neotáčí se, mají všechny jeho body stejnou rychlost v_p (viz třetí obrázek odleva); okamžitý střed otáčení je v nekonečnu. Poslední obrázek ukazuje rozdělení rychlostí v případě, kdy okamžitý střed otáčení O leží mezi bodem A a středem kotouče.

Pro odvození teoretických závislostí se přidržíme základního předpokladu, že se kotouč valí po dnu vytvořené brázdy. Ve většině případů se totiž dráha kotoučového krojidla neliší v provozu od teoreticky odvalené dráhy (Rázsó 1958, Zelenin 1959) nebo se od ní liší jen velmi málo (Friedman 1969, Stradiot 1969). Oprávněnost uvedeného předpokladu prokážeme pak i měřením v experimentální části této práce. Nejprve však odvodíme silové poměry.

SÍLA PŮSOBÍCÍ NA AKTIVNÍ ČÁST BŘITU KOTOUČOVÉHO KROJIDLA

Považujeme-li pohyb kotouče za valivý, pak absolutní dráha libovolného bodu B , ležícího na obvodu, je cykloida. Směr absolutní rychlosti tohoto bodu (obr. 2) je dán kolmicí na spojnici bodu B s okamžitým středem otáčení O . Ve stejném směru, ale v opačném smyslu, bude působit reakce půdy. Na oblouk o velmi malé délce ds působí elementární reakce dR . Označíme-li měrný odpor břitů v půdě jako q (kp/cm), bude

$$dR = q \cdot ds = q \cdot D/2 \cdot d\beta$$

Je na místě poznamenat, že měrný odpor břitů q závisí na stavu půdy, zejména na její vlhkosti a složení, ale také na tvaru a naostření řezného nástroje.

Vyjádříme nyní vodorovnou a svislou složku elementární síly.

$$dR_x = q \cdot D/2 \cdot \sin \beta/2 \cdot d\beta$$

$$dR_y = q \cdot D/2 \cdot \cos \beta/2 \cdot d\beta$$

2. Elementární reakce, působící na aktivní část břitů

Složky výsledné reakce R obdržíme integrováním uvedených vztahů v rozmezí zahloubení $a = 0$ do a .

Vodorovná složka

$$R_x = \frac{q \cdot D}{2} \int_0^{\beta_a} \sin \frac{\beta}{2} \cdot d\beta = -q \cdot D \left[\cos \frac{\beta}{2} \right]_0^{\beta_a} = q \cdot D \left(1 - \cos \frac{\beta_a}{2} \right)$$

Protože podle obrázku 2

$$b = \sqrt{D(D-a)}$$

je možno vyjádřit, že

$$\cos \frac{\beta_a}{2} = \frac{D-a}{\sqrt{D(D-a)}}$$

Po dosazení

$$R_x = q \cdot D \left[1 - \frac{D-a}{\sqrt{D(D-a)}} \right] = q[D - \sqrt{D(D-a)}]$$

Svislou složku vypočítáme obdobně:

$$R_y = \frac{q \cdot D}{2} \int_0^{\beta_a} \cos \frac{\beta}{2} \cdot d\beta = q \cdot D \left[\sin \frac{\beta}{2} \right]_0^{\beta_a} = q \cdot D \cdot \sin \frac{\beta_a}{2}$$

Podle obrázku 2 můžeme napsat, že

$$\sin \frac{\beta_a}{2} = \frac{\sqrt{a(D-a)}}{\sqrt{D(D-a)}}$$

Po dosazení a po úpravě $R_y = q \cdot D \sqrt{\frac{a}{D}} = q \sqrt{D \cdot a}$

SÍLA POTŘEBNÁ NA PŘEKONÁNÍ ODPORU KOTOUČOVÉHO KROJIDLA

Při rovnoměrném pohybu působí na kotouč následující síly (obr. 3):

- P síla potřebná na tažení,
- Q svislá síla potřebná na udržení krojidla v půdě,
- F_t třecí síla mezi kotoučem a půdou,
- R reakce půdy na aktivní část bříty.

K silám F_t a R bude vhodné dodat tato vysvětlení. Třecí síla F_t bude rovnoběžná se směrem pohybu a její působíště položíme do těžiště plochy kruhové úseče, ve které se krojídlo dotýká po obou stranách půdy. Velikost síly R jsme stanovili pomocí jejich dvou složek. Přijali jsme přitom základní hypotézu, že všechny elementární reakce, působící na elementární oblouk, procházejí bodem K . Z toho plyne, že i výsledná reakce bude procházet tímto bodem. Sílu R můžeme tedy posunout do bodu K a nadále počítat s jejími složkami R_x a R_y .

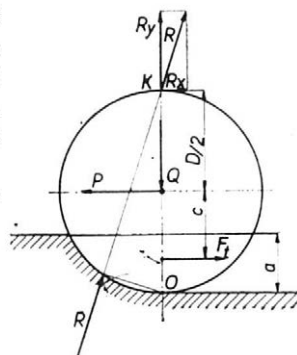
Pro rovnoměrný pohyb platí tyto tři rovnice, vyjadřující rovnovážný stav:

Složková rovnice ve vodorovném směru

$$P - R_x - F_t = 0$$

složková rovnice ve svislém směru

$$Q - R_y = 0$$



3. Síly, působící na kotoučové krojídlo

a momentová rovnice

$$R_x \cdot D/2 - F_t \cdot c = 0$$

Kotouč se dostane do rotace jedině tehdy, jestliže

$$F_t \cdot c \geq R_x \cdot D/2$$

Protože c bude vždy menší než $D/2$, plyne z toho, že

$$F_t > R_x$$

Sílu potřebnou na tažení krojidla můžeme vypočítat ze složkové rovnice ve vodorovném směru

$$P = R_x + F_t$$

Z uvedených vztahů je možno soudit, že síla P , potřebná na tažení krojidla, se spotřebuje převážně na přemáhání třecích sil po obou stranách kotouče; menší část pak přemáhá reakci na břit, čili odpor vlastního řezání.

Ze složkové rovnice ve svislém směru máme, že

$$Q = R_y = q \sqrt{D \cdot a}$$

Tato rovnice ukazuje, že síla Q , potřebná na udržení krojidla v půdě, roste nejenom hloubkou a , ale i průměrem D . Měrný odpor q , jak již bylo připomenuto, závisí na stavu a složení půdy a na stavu ostří.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

CÍL A VYMEZENÍ ZKOUŠEK

Experimenty byly zaměřeny na získání důkazů o platnosti vztahů, odvozených v teoretické části. Zásadní otázkou je, zda pokusy potvrdí předpoklad, že pohyb kotoučového krojidla lze považovat za valivý pohyb po dnu kotoučem vytvořené brázdy. Bylo tedy nutno především stanovit experimentálně skluz kotouče. Je-li skluz nulový nebo má-li hodnotu pouze zanedbatelnou, je pak možné považovat základní předpoklad za prokázaný.

Současně se skluzem byly stanoveny i silové poměry. Byla naměřena síla P potřebná na tažení krojidla a z ní pak vypočítány ostatní veličiny, dokreslující celkové silové poměry.

Jak skluz, tak i síly byly sledovány ve funkci zahloubení krojidla.

Pokusy se konaly koncem roku 1968 v půdním kanále katedry zemědělských strojů Vysoké školy zemědělské v Praze. Kanál obsahuje půdu klasifikovanou podle ČSN jako hlínu až jílovitou hlínu (na rozhraní obou druhů). Index plasticity (Dobiáš 1966) je podle Atterbergra 17 %, mez tekutosti 40 %, mez vlácnosti 23 %. Zkoušený objekt, kotoučové krojidlo, mělo průměr $D = 373$ mm, tloušťku $s = 4$ mm a bylo nabroušeno z obou stran; úhel ostří $\beta = 30^\circ$. Při měření byla použita moderní měřicí zařízení, která instalovali a obsluhovali pracovníci katedry fyziky VŠZ v Praze. Jak byl hodnocen způsob měření, jehož výhody budou velmi zřetelné z následujících statí, bude ještě pojednáno v samostatném odstavci.

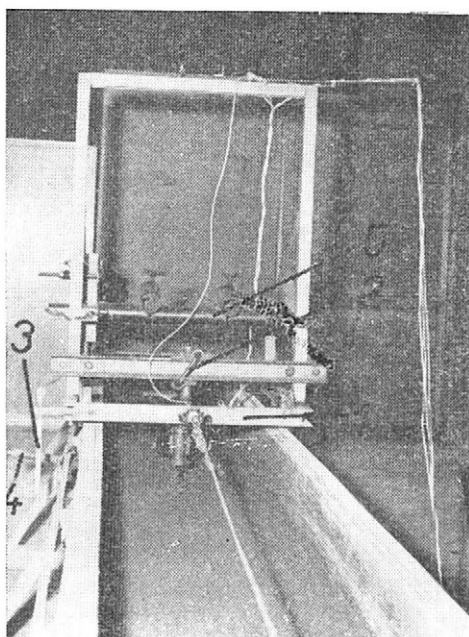
POPIS MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ

Půdní kanál (obr. 4) má rozměry $50 \times 50 \times 900$ cm. Horní hrany bočních stěn tvoří současně pojezdovou dráhu pro tažný vozík. K příčnému nosníku 1 vozíku je připevněno prostřednictvím třmenu 2 kotoučové krojidlo, které je přestavitelné jak ve verti-

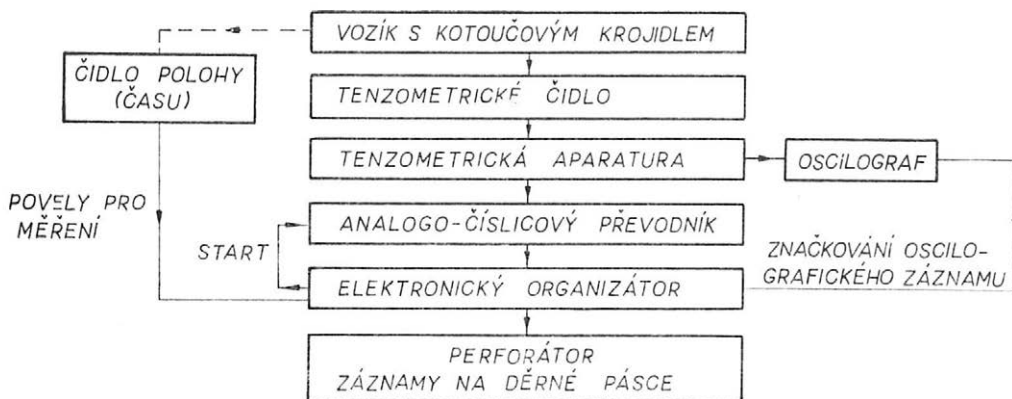
kálním, tak i v horizontálním směru. Délku měřeného úseku vymezují koncové vypínače. Na vozíku je umístěn pružný kontakt 3, který při dotyku s pevnými kontakty 4, umístěnými na kanálu ve vzdálenosti 6 m, uzavře proudové okruhy relé HA 11 047 a zapíná nebo vypíná čidlo polohy; rozsvěcuje nebo zhasíná malou prosvětlovací žárovku na začátku nebo na konci měřeného úseku. Do držáku 5 se nasouvá nůž, kterým se urovnává a seřezává povrch půdy v kanále. Vozík je tažen vrátkem, poháněným elektromotorem. Převodová skříň vrátku umožňuje tažení vozíku těmito rychlostmi: 0,30, 0,48, 0,77 a 1,2 km/h.

Pro měření tahové síly jsme použili tenzometrické čidlo, které jsme zařadili mezi tažné lano a vozík. Zaznamenalo proto sílu potřebnou na tažení kotoučového krojidla spolu s valivým odporem vozíku.

Měřicí linka se skládala z tenzometrické aparatury TDA-3, třísmýčkového oscilografu RFT, analogo-číslicového převodníku NR-10, elektronického organizátoru a perforátoru ZJŠ 332.1. Uspořádání přístrojů při měření ukazuje obrázek 5. Analogo-číslicový převodník byl napojen na tenzometrickou aparaturu prostřednictvím stejnosměrného zesilovače Z 21. Výstupní data byla po zpracování elektronickým organizátorem registrována perforátorem na děrnou pásku. Pro pořízování paralelního grafického záznamu naměřených hodnot byl na výstup tenzometrické aparatury napojen také smyčkový oscilograf. Činnost elektronického organizátoru, a tím i celé linky, byla odvozena od čidla polohy (času), které se skládá z kotoučové clony, fotobuňky a z prosvětlovací žárovky. Kotoučová clona s radiálními výřezy 1 (obr. 6) byla upevněna na náboji krojidla a při měření v pracovním úseku přerušovala světelný tok mezi žárovkou 3 a fotobuňkou 2.

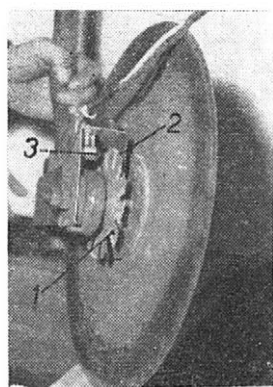


4. Celkové uspořádání půdního kanálu a vozíku při měření

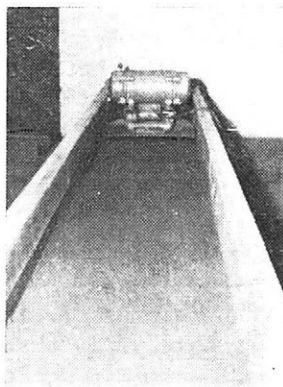


5. Blokové schéma zapojení měřicích přístrojů

Protože na cloně 1 bylo 12 clonících zubů, přerušil se světelný tok za jednu otáčku krojidla dvanáctkrát. Bylo tedy na děrné pásce zaznamenáno 12 naměřených okamžitých hodnot za jednu otáčku krojidla. Na děrné pásce registrované veličiny byly již připraveny pro samočinný počítač.



6. Umístění kotoučové clony pro vyvození signálů



7. Ztužení půdy vibrátorem v půdním kanálu

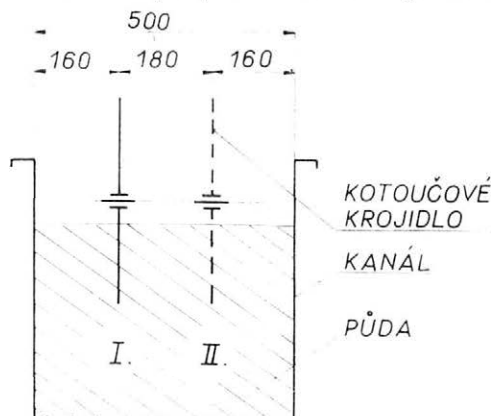
METODICKÉ POSTUPY PŘI MĚŘENÍ

Půda byla v kanálu před každým pokusem připravována takto: Nejdříve byla zkypřena, popřípadě zvlhčena a promíchána, potom urovňována horizontálním nožem připevněným k vozíku, ztužena vibrátorem (obr. 7) a nakonec byl povrch seříznut nožem a očištěn. Pak byla půda podruhé ztužena vibrátorem (obr. 7) a nakonec opět povrch seříznut nožem a očištěn. Tím byla půda připravena k dalšímu pokusu.

Tuhost půdy se stanovila z deseti měření Kačinského tvrdoměrem, který byl vyroben ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů v Praze.

Objemová hmotnost půdy byla zjišťována pomocí nádoby bez dna o rozměrech $10 \times 20 \times 50$ cm. Tato forma se vtlačila do připravené půdy, potom se půda z formy vybrala a zvážila.

Vlhkost půdy se stanovovala při každé přípravě půdy. Byly odebrány vždy tři vzorky.



8. Schéma pořadí měření v připraveném kanálu

Všechny tyto údaje, které charakterizují pracovní podmínky, byly získány na připravené půdě, avšak mimo pracovní úsek krojidla, neboť, jak již bylo uvedeno, kanál je 9 m dlouhý a pokus s krojidlom se dělal jen na 6 m dlouhé trati.

V každém připraveném kanálu probíhaly dva pokusy. Nejdříve v místě I (obr. 8), pak v místě II. Měřil se tahový odpor krojidla současně se skluzem; zahloubení krojidla se přitom měnilo po 1 cm, v rozmezí od 5 do 12 cm. Každý pokus při určitém zahloubení se opakoval čtyřikrát, a to pro každou rychlost tažení. Měřilo se při dvou pojezdových rychlostech:

$v_1 = 0,48$ km/h, $v_2 = 0,77$ km/h. Pro stanovení skluzu se zaznamenal na děrnou pásku dvanáctinásobek počtu otočení krojidla v měřeném úseku (na náboji krojidla bylo totiž, jak již bylo popisováno, 12 clonicích zubů); byl to současně počet signálů pro spuštění automatu a tedy i počet naměřených okamžitých hodnot z jednoho pokusu.

NAMĚŘENÉ HODNOTY A JEJICH STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Číselné hodnoty skluzu ε , které jsou uvedeny v tabulkách I a II, můžeme vypočítat na děrné pásce zaznamenaných hodnot takto:

$$\varepsilon = \frac{s - D \cdot \pi \cdot n}{s} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde: s — dráha čepu krojidla, tj. délka měřeného úseku ($s = 6000$ mm)
 D — průměr kotoučového krojidla ($D = 373$ mm)
 n — počet otočení krojidla na měřeném úseku

Platí přitom, že

$$n = \frac{z}{z'}$$

kde: z — počet spuštění automatu pro registraci okamžitých hodnot, tj. počet signálů za dobu ujetí celého měřeného úseku (zaznamenáno na děrné pásce)
 z' — počet signálů za jedno otočení krojidla ($z' = 12$)

Po dosazení a úpravě obdržíme výraz pro skluz ve tvaru:

$$\varepsilon = 100 - 1,6275 \cdot z \quad (\%)$$

Odpor krojidla bylo třeba počítat podle vztahu

$$P = \frac{A_i}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_j} \cdot K - P_2$$

kde: P_2 — valivý odpor vozíku; z více než 500 okamžitých hodnot odporu jízdy naprázdno, zaznamenaných na děrnou pásku, vychází odpor vozíku $P_2 = 4,15 \pm 0,03$ kp
 A_i — čísla úměrná okamžitým hodnotám měřené síly
 C_j — kontrolní čísla (cejchovní napětí)
 n — počet registrovaných kontrolních čísel, získaných zaváděním kontrolního signálu na vstup tenzometrické aparatury před vlastním pokusem
 K — konstanta měřicí a registrační linky (velikost závisí na nastaveném rozsahu tenzometrické aparatury)

Číselné hodnoty odporu krojidla P , které jsou uvedeny v tabulkách I a II pro jednotlivé pokusy, jsou již průměry z tolika okamžitých hodnot, kolik jich bylo při tom kterém pokuse automaticky zaznamenáváno. Na příklad při pokuse č. 1 je $z = 62$; proto odpor krojidla P , ale i ostatní veličiny uvedené v tabulkách, tj. R_x , F_t , q , R_y , jsou aritmetickými průměry z 62 okamžitých hodnot. Síly R_x , F_t , R_y a měrný odpor q byly vypočítávány podle vztahů, uvedených již dříve.

Vodorovná složka reakce

$$R_x = \frac{P}{1 + \frac{D}{2c}}$$

kde: c — vzdálenost těžiště kruhové úseče, tj. do půdy ponořené části krojidla (obr. 3); vzdálenost c je funkcí zahloubení a

Číslo pokusu	Zahloubení a (cm)	Počet signálů, tj. počet záznamů z	Skluz ε (%)	Odpor krojidla P (kp)	Vodorovná složka reakce R_x (kp)
1	5	62	-0,904	13,46	6,15
2		61	0,722	8,31	3,79
3		62	-0,904	6,83	3,12
4		62	-0,904	8,99	4,10
5	6	63	-2,532	10,96	4,90
6		62	-0,904	10,38	4,64
7		62	-0,904	9,30	4,16
8		62	-0,904	10,40	4,65
9	7	63	-2,532	15,26	6,67
10		61	0,722	14,86	6,50
11		62	-0,904	18,62	8,14
12		61	0,722	15,91	6,96
13	8	63	-2,532	20,83	8,90
14		60	2,349	17,63	7,53
15		62	-0,904	20,75	8,86
16		60	2,349	19,03	8,13
17	9	63	-2,532	26,35	10,98
18		61	0,722	21,15	8,82
19		61	0,722	25,49	10,63
20		59	3,977	20,92	8,72
21	10	62	-0,904	34,48	14,01
22		58	5,605	21,16	8,59
23		62	-0,904	30,58	12,42
24		58	5,605	25,58	10,39
25	11	62	-0,904	37,20	14,70
26		59	3,977	21,14	8,35
27		62	-0,904	31,50	12,44
28		57	7,232	27,43	10,84
29	12	62	-0,904	43,12	16,55
30		58	5,605	23,58	9,04
31		61	0,722	38,59	14,80
32		57	7,232	32,69	12,54

Třecí síla mezi krojidlom a půdou

$$F_t = P - R_x$$

Měrný odpor bříty v půdě

$$q = \frac{R_x}{D - \sqrt{D(D-a)}}$$

Svislá složka reakce

$$R_y = q \sqrt{Da}$$

při rychlosti $v_p = 0,48$ km/h

Třecí síla F_t (kp)	Měrné zatížení ostří q (kp/cm)	Svislá složka reakce R_y (kp)	Vlhkost půdy (%)	Objemová hmotnost půdy (kg/m ³)	Tvrdost půdy podle Kačinského
7,31	2,37	32,43	12,07	1390	15,2
4,51	1,46	20,02	12,81	1350	14,6
3,71	1,20	16,45			
4,88	1,58	21,66	12,30	1482	14,6
6,06	1,56	23,43			
5,74	1,48	22,19	11,46	1430	16,2
5,14	1,32	19,87			
5,75	1,48	22,23	11,84	1366	14,1
8,58	1,81	29,30			
8,36	1,76	28,53	11,59	1386	14,3
10,47	2,21	35,75			
8,95	1,89	30,55	12,11	1340	16,6
11,93	2,09	36,26			
10,09	1,77	30,68	11,45	1470	15,7
11,88	2,09	36,12			
10,90	1,91	33,13	11,54	1430	13,9
15,36	2,28	41,85			
12,33	1,83	33,60	11,52	1340	15,5
14,86	2,21	40,49			
12,20	1,81	33,24	11,52	1448	16,1
20,48	2,59	50,20			
12,57	1,59	30,81	12,60	1402	16,2
18,16	2,30	44,52			
15,19	1,92	37,24	12,69	1438	17,1
22,50	2,45	49,81			
12,79	1,39	28,30	12,91	1426	15,5
19,05	2,08	42,16			
16,59	1,81	36,73	13,20	1404	15,5
26,57	2,51	53,21			
14,53	1,37	29,09	13,31	1388	15,9
23,78	2,25	47,61			
20,14	1,90	40,33			

Naměřené hodnoty číselně zpracovali a statisticky vyhodnotili na samočinném počítači pracovníci Výpočetního střediska VŠZ v Praze. Byly spočítány nejen průměrné hodnoty sil, uváděných v tabulce I a II, ale i jejich pravděpodobné chyby a další veličiny, z kterých je možno soudit na spolehlivost naměřených hodnot. Dále byla vyjádřena regresní funkce průběhu změny odporu krojidla ve funkci zahloubení. Ukazuje se, že odpor P roste se zahloubením lineárně podle vztahu $P = 4,56 a - 16,9$. Abychom zjistili, zda skluz ε závisí na rychlosti a na zahloubení a zda dosahuje vůbec statisticky významné hodnoty, byla provedena analýza rozptylu při trojnásobném třídění. Tím můžeme také kontrolovat správnost teoretických závislostí, které jsou sestaveny hypoteticky. Nejdůležitější výsledky, vyplývající z práce, jsou uvedeny v závěru.

Číslo pokusu	Zahloubení <i>a</i> (cm)	Počet signálů, tj. počet záznamů <i>z</i>	Skluz ε (%)	Odpor krojidla <i>P</i> (kp)	Vodorovná složka reakce <i>R_x</i> (kp)
1	5	61	0,722	5,07	2,31
2		62	-0,904	7,75	3,54
3		62	-0,904	13,77	6,28
4		60	2,349	8,96	4,09
5	6	62	-0,904	13,13	5,87
6		62	-0,904	10,62	4,75
7		62	-0,904	16,61	7,42
8		62	-0,904	14,35	6,42
9	7	62	-0,904	15,55	6,80
10		62	-0,904	13,38	5,85
11		62	-0,904	20,17	8,82
12		62	-0,904	18,38	8,04
13	8	62	-0,904	28,93	12,36
14		60	2,349	20,55	8,78
15		63	-2,532	21,04	8,99
16		59	3,977	13,65	5,83
17	9	62	-0,904	27,71	11,55
18		58	5,605	23,52	9,81
19		61	0,722	30,20	12,59
20		60	2,349	19,82	8,26
21	10	61	0,722	28,32	11,50
22		59	3,977	22,07	8,96
23		62	-0,904	34,19	13,89
24		59	3,977	25,32	10,28
25	11	62	-0,904	34,35	13,57
26		58	5,605	28,52	11,27
27		60	2,349	44,02	17,39
28		58	5,605	29,75	11,75
29	12	61	0,722	39,11	15,00
30		58	5,605	25,48	9,78
31		60	2,349	39,83	15,28
32		62	-0,904	29,31	11,24

ZHODNOCENÍ ZPŮSOBU MĚŘENÍ

Jak jsme se již dříve zmínili, měřili jsme v podmínkách do jisté míry odlišných od pracovních podmínek krojidla v terénu. V půdním kanálu je jenom jeden druh půdy a je bez kořenů, bez rostlinných nebo jiných zbytků, popřípadě tvrdších hrud a kamení. Zhomogenizované prostředí bez různých přímísenin v půdě má jistě za následek rovnoměrnější pohyb krojidla a rovnoměrnější rozložení sil. Nejvíce může ovlivnit odpor i pohyb krojidla tvrdost půdy. Tu však bylo možno v kanálu uměle regulovat. Dvoje ztužení vibrátorem bylo úplně dostačující. Vlhkost půdy, která má vliv přirozeně i na její tvrdost, ovlivňuje velikost třecích sil po obou stranách ponořené části krojidla, protože součinitel tření půdy po oceli se velmi výrazně mění vlhkostí půdy. I vlhkost bylo možno v laboratoři regulovat a udržovat ji v rozmezí optimální zpracovatelnosti daného druhu

Třecí síla F_t (kp)	Měrné zatižení ostří q (kp/cm)	Svislá složka reakce R_y (kp)	Vlhkost půdy (%)	Objemová hmotnost půdy (kg/m^3)	Tvrdost půdy podle Kačinského
2,75 4,21 7,48 4,87	0,89 1,36 2,42 1,58	12,22 18,66 33,16 21,59	9,70	1420	18,3
			8,36	1428	13,6
7,26 5,87 9,18 7,93	1,87 1,51 2,37 2,05	28,06 22,70 35,48 30,67	12,48	1468	14,0
			12,20	1410	12,4
8,75 7,53 11,35 10,34	1,84 1,59 2,39 2,18	29,86 25,70 38,73 35,30	13,36	1432	12,6
			13,03	1460	16,0
16,56 11,77 12,04 7,82	2,91 2,07 2,12 1,37	50,35 35,78 36,62 23,77	12,23	1448	14,9
			12,16	1444	14,2
16,15 13,71 17,60 11,55	2,40 2,03 2,61 1,71	44,02 37,36 47,97 31,48	12,21	1465	14,6
			11,91	1450	16,9
16,82 13,10 20,30 15,03	2,13 1,66 2,57 1,90	41,23 32,13 49,78 36,86	9,73	1510	13,1
			10,41	1426	15,2
20,78 17,25 26,63 17,99	2,27 1,88 2,90 1,96	45,99 38,18 58,94 39,83	11,42	1454	15,4
			11,81	1450	15,4
24,10 15,70 24,54 18,06	2,28 1,48 2,32 1,70	48,25 31,44 49,14 36,16	10,08	1430	15,1
			9,48	1440	13,7

půdy. Tyto skutečnosti se ukazují tedy spíše jako výhody než nevýhody pokusů v půdním kanálu. Zůstává ovšem ještě nevýhoda měření pouze v jednom druhu půdy. Uvědomíme-li si však, že mechanické vlastnosti různých druhů půdy se mění objemovou hmotností, tvrdostí a vlhkostí a že tyto stavy lze v laboratoři snadno přizpůsobit, vidíme, že v kanálu je možno vytvořit i jedním druhem půdy rozličné podmínky. Pro reprodukovatelnost pokusů je ovšem třeba mít podmínky stejné.

Z popisu měřicí linky je zřejmé, že výsledky pokusů byly zjišťovány a zaznamenávány moderním, poměrně velmi přesným zařízením. Velký počet naměřených okamžitých hodnot byl zaznamenán na děrnou pásku, kterou bylo možné vložit bez dalších úprav do samočinného počítače. Odpadla proto pracná vyhodnocování grafických záznamů, která by navíc ještě snižovala přesnost výsledků. Podle odhadů (Šír 1969, Rázsó 1958)

nepřekročily nepřesnosti výsledků až ke konečnému zpracování hodnoty 1 až 1,2 %. Přednosti instalace a obsluhy tohoto měřicího zařízení v laboratoři namísto v terénu není třeba vůbec rozvádět.

Z Á V Ě R

V teoretické části článku jsou odvozeny silové poměry u kotoučového krojidla na základě jeho hypotetického pohybu. Experimentální část je zejména zaměřena na ověření správnosti vztahů, odvozených v teoretické části. Pokusy byly prováděny v homogenizovaném prostředí v jílovité hlíně, v půdním kanálu. Byla přitom použita moderní měřicí linka. Naměřené hodnoty byly zaznamenány na děrnou pásku, čímž byly připraveny pro samočinný počítač. Z četných měření a ze statistického vyhodnocení naměřených hodnot vyplývají tyto závěry:

1) Pohyb kotoučového krojidla lze při řezání půdy považovat za valivý pohyb po dně kotoučem vytvořené brázdy. Skluz kotouče nedosahuje totiž významných hodnot a rychlost tažení nemá v oblasti měřených rychlostí vliv na charakter pohybu kotouče.

2) Síla potřebná na překonání odporu kotoučového krojidla se spotřebuje převážně na přemáhání pasivních odporů tření kotouče, dotýkajícího se po obou stranách půdy. Jen menší část celkové síly se spotřebuje na rozpojení půdy břitem.

3) V rozmezí zahloubení 5 až 12 cm roste tahový odpor kotoučového krojidla lineárně s hloubkou podle vztahu $P = 4,56 a - 16,9$.

4) Nutné zatížení krojidla pro jeho udržení v půdě roste se zahloubením, avšak také s průměrem krojidla.

L i t e r a t u r a

- DALIN A. D., PAVLOV P. V., 1950, Rotacionnyje gruntoobrabatyvajuščije i zemljeroľnyje mašiny. Mašgiz.
- DOBIÁŠ J., 1966, Stanovení křivky zrnitosti půdy v půdním kanálu katedry zemědělských strojů. Zpráva laboratoře zemin a materiálů agronomické fakulty VŠZ Praha.
- FRIEDMAN M., 1969, Zemědělské stroje II. Teorie a výpočet. SPN Praha.
- NOVÁČEK V., 1954, Výzkum zhutňování a rozpojování zemin. Výzkumná zpráva č. VZ-229 Výzkumného ústavu stavebních a zemních strojů v Brně.
- RÁZSÓ I., 1958, Mezőgazdasági gépek elmélete. Budapest.
- RUDNĚV V. K., 1964, Odpor při řezání zemin pravouhlými noži. Strojírenství 3 : 207-208.
- STRADIOT J., 1969, Problematika řezání půdy, odpor kotoučového a nožového krojidla. Diplomní práce na mechanizační fakultě VŠZ Praha.
- ŠÍR V., 1969, Aplikace fyzikálních měřicích metod v zemědělské mechanizaci. Kandidátská disertační práce na mechanizační fakultě VŠZ Praha.
- VĚTROV I. A., 1957, Příspěvek k otázce stanovení odporu zemin proti řezání. Strojitělnoje i doroznoje mašinostrojenije 1 : 14-15.
- ZELENIN A. N., 1950, Fizičeskije osnovy teorii rezanija gruntov. Izdatělstvo akademii nauk SSSR, Moskva.
- ZELENIN A. N., 1959, Rezanije gruntov. Izdatělstvo akademii nauk SSSR, Moskva.

Došlo dne 29. 10. 1970

Резка грунта дисковым резцом

В теоретической части статьи даются отношения сил дискового резца на основе его гипотетического движения. Экспериментальная часть нацелена прежде всего на проверку правильности отношений, выведенных в теоретической части. Опыты производились в гомогенизированной среде на илистой глине, в грунтовой канале. При этом была использована новая измерительная линия. Промеренные величины записывались на перфокарту, в результате чего они были готовы к использованию для электронно-вычислительной машины. На основе многочисленных измерений и статистической оценки можно сделать следующие выводы:

1. При резке грунта движение дискового резца можно считать качающимся по дну борозды, образованной диском. Скольжение диска не достигает значимых величин, и в области замеренных скоростей скорость волочения не оказывает влияния на характер движения диска.

2. Сила, необходимая для преодоления сопротивления дискового резца, затрачивается преимущественно на преодоление пассивных сопротивлений трению диска, касающегося грунта с обеих сторон. Лишь небольшая часть общей силы затрачивается на разъединение грунта клинковой бритвой.

3. В пределах раззенковки 5—12 см сопротивление тяги дискового резца растет линейно с глубиной согласно отношению $P = 4,56 a - 16,9$.

4. Загрузка резца, необходимая для его удержания в почве, растет как с раззенковкой, так и с диаметром резца.

Soil Cutting by Means of Cutter Disk

In the theoretical part of the article the force ratios of cutter disk are derived on the basis of its hypothetical motion. The experimental part is, above all, directed to checking the relations derived in the theoretical one. The experiments were carried out in the homogenized environments of clayey loam, in a soil channel. A modern measuring line was used. The values measured were recorded on a punched tape, being thus prepared for an automatic computer. The numerous measurements and the statistical evaluation of the measured values lead to the following conclusions:

1) The motion of the cutter disk cutting soil may be considered as rolling motion in the bottom of the furrow formed by the disk. However, the slip of the disk does not reach any significant values and the drawing speed does not effect the nature of the disk motion in the range of the speeds measured.

2) The force which is needed to overcome the resistance of the cutter disk is mostly used in removing the passive resistances of the friction of the disk touching the soil on both sides. A smaller portion of the total force is used in the soil disengagement with the cutting edge.

3) The tensile resistance of the cutter disk in the recess range of 5 to 12 cm increases linearly with the depth according to the following relation: $P = 4.56 a - 16.9$.

4) The load needed for holding of the cutter in soil increases in accordance with the recess but also with the diameter of the cutter.

Bodenschneiden mittels Scheibensech

Im theoretischen Teil des Artikels werden die Kraftverhältnisse beim Scheibensech auf Grund seiner hypothetischen Bewegung abgeleitet. Der experimentelle Teil ist besonders auf die Richtigkeitsbeglaubigung der Beziehungen, die im theoretischen Teil abgeleitet werden, gerichtet. Die Versuche wurden im homogenisierten Milieu in Tonlehm, im Bodenkanal durchgeführt. Dabei wurde die moderne Meßarbeitskette angewandt. Die gemessenen Werte wurden auf ein Lochband verzeichnet, wodurch sie für den Rechenautomat vorbereitet wurden. Aus mehreren Messungen und aus der statistischen Auswertung der gemessenen Werte ergeben sich folgende Schlüsse:

1. Die Bewegung des Scheibensechs kann beim Bodenschneiden als eine Rollbewegung am Boden der durch die Scheibe gebildeten Furche angesehen werden. Der Scheibenrutsch erreicht nämlich keine bedeutenden Werte und die Zuggeschwin-

digkeit hat im Gebiet der gemessenen Geschwindigkeiten keinen Einfluß auf den Charakter der Scheibenbewegung.

2. Die zur Überwindung des Scheibensechswiderstands notwendige Kraft wird überwiegend zur Bewältigung der passiven Widerstände der Scheibenreibung, die an beiden Seiten den Boden berührt, verbraucht. Nur ein geringerer Teil der Gesamtkraft wird zur Bodenlösung mittels Schneide verbraucht.

3. Im Aussenkungsbereich von 5 bis 12 cm wächst der Zugwiderstand des Scheibensechs linear mit der Tiefe laut Beziehung des $P = 4,56 a - 16,9$.

4. Die notwendige Sechbelastung für seine Erhaltung im Boden wächst mit der Aussenkung, jedoch auch mit dem Sechdurchschnitt.

Une contribution à la théorie de coupage du sol à l'aide d'un couteur à disque

Dans la partie théorique de l'article on établit les rapports de force du couteur circulaire sur la base de son mouvement hypothétique. La partie expérimentale est orientée notamment sur la vérification de l'exactitude des rapports établis dans la partie théorique. Les essais étaient effectués dans un milieu homogénéisé, constitué de l'argile limoneuse, dans le canal de sol. A l'opération on a utilisé la ligne de mesure moderne. Les valeurs mesurées étaient enregistrées sur la bande perforée, étant ainsi préparées pour le calculateur. Il ressort de nombreuses mesures et de l'estimation statistique des conclusions suivantes:

1. Le mouvement du couteur à disque pendant le coupage du sol peut être considéré comme mouvement de roulement sur le lit de la raie tracée par le disque. Le glissement du disque n'atteint pas par conséquent des valeurs importantes et la vitesse de la traction n'exerce pas dans la sphère des vitesses mesurées l'influence sur le caractère du mouvement du disque.

2. La force, nécessaire à vaincre la résistance du couteur circulaire, est consommée en majeure partie pour vaincre les résistances passives du frottement du disque qui sur les deux côtés est en contact avec le sol. Ce n'est qu'une moindre partie de la force totale qui est consommée par la coupe tranchante pour détacher le sol.

3. Dans les limites des profondeurs depuis 5 à 12 cm la résistance à la traction du couteur augmente d'une façon linéaire en fonction de la profondeur, selon le rapport $P = 4,56$ et $-16,9$.

4. La charge nécessaire du couteur, pour qu'il soit maintenu dans le sol croît en fonction de la profondeur, mais aussi en fonction du diamètre du couteur.

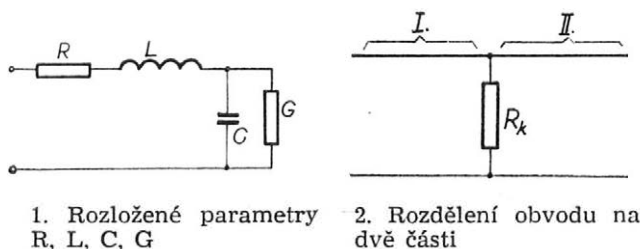
Adresa autora:

Doc. ing. Mikuláš F r i e d m a n, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchbát

631.273.3 636.2.083.52 : 621.3

Stanovit obecný tvar pro výpočet proudu tekoucího tělem zvířete při dotyku s vodičem oplocení je poměrně obtížné, protože na jeho velikost má vliv (kromě elektrických vlastností generátoru a plotu) vzdálenost místa dotyku od generátoru, odpor těla krávy a zbylá část plotu. Problém nebyl dosud obecně řešen pro žádné vedení.

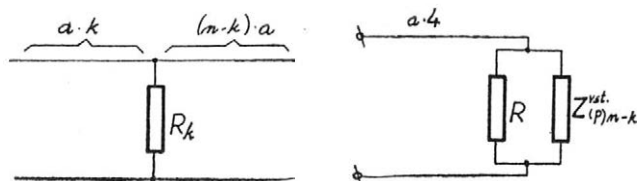
Elektrický plot je v podstatě homogenní elektrické vedení s rozloženými parametry R , L , C , včetně diskretně rozloženého svodu sloupků G , a platí pro něho rovnice pro vedení. (V daném případě představuje R činný odpor vodiče a půdy, L indukčnost vodiče a C kapacitu vodiče proti zemi — obr. 1.)



1. Rozložené parametry R , L , C , G

2. Rozdělení obvodu na dvě části

K řešení zmíněného problému se rozdělí náhradní obvod plotu na dvě části (obr. 2). První (I) představuje část plotu do místa dotyku (R_k je náhradní odpor těla krávy) a druhá (II) zbytek plotu jako otevřené vedení. S ohledem na konkrétní provedení plotu se považují jednotlivá pole mezi sloupky za intervaly; interval, v němž se dotkne kráva vodiče k , celkový počet intervalů n a délka intervalu (vzdálenost mezi sloupky) a (m) — obr. 3.



3. Intervaly — jednotlivá pole mezi sloupky

4. Obvod první části plotu (I)

Pro výpočty napětí a proudu se předpokládá, že část I je homogenní vedení, zakončené impedancí $Z_{(p)k}$, složené z paralelního spojení náhradního odporu krávy R_k a vstupní impedance zbylé části plotu $Z_{(p)n-k}^{ust}$.

Obě části obvodu se řeší pomocí rovnice pro vedení. Její obraz v Laplaceově transformaci pro napětí $U_{(t)}$ a proud $I_{(t)}$ je

$$U_{(p)} = U_{o(p)} \frac{\gamma \cosh \lambda(l-x) + \sinh \lambda(l-x)}{\gamma \cosh \lambda l + \sinh \lambda l} \quad (1)$$

$$I_{(p)} = U_{o(p)} \sqrt{\frac{Cp+G}{Lp+R}} \frac{\gamma \sinh \lambda(l-x) + \cosh \lambda(l-x)}{\gamma \cosh \lambda l + \sinh \lambda l} \quad (2)$$

$$\text{kde: } \lambda = \sqrt{(Cp+G)(Lp+R)} \quad (3)$$

$$\gamma = Z_{(p)} \sqrt{\frac{Cp+G}{Lp+R}} \quad (4)$$

Podle těchto vztahů je impedance v libovolném místě x obvodu II

$$Z_{(p)x} = \frac{U_{(p)x}}{I_{(p)x}} = \sqrt{\frac{Lp+R}{Cp+G}} \frac{\gamma \cosh \lambda(l-x) + \sinh \lambda(l-x)}{\gamma \sinh \lambda(l-x) + \cosh \lambda(l-x)} \quad (5)$$

Na konci otevřeného vedení je $Z_{(p)} = \infty$, tedy i $\gamma = \infty$,

pak

$$Z_{(p)x} = \lim_{\gamma \rightarrow \infty} \frac{U_{(p)x}}{I_{(p)x}} = \sqrt{\frac{Lp+R}{Cp+G}} \coth \lambda(l-x) \quad (6)$$

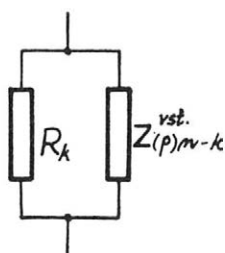
Vstupní impedance je při $x = 0$:

$$Z_{(p)}^{vst} = \sqrt{\frac{Lp+R}{Cp+G}} \coth \lambda l \quad (7)$$

Protože je v daném případě $l = (n-k)a$, je vstupní impedance části II

$$Z_{(p)n-k}^{vst} = \sqrt{\frac{Lp+R}{Cp+G}} \coth \lambda(n-k)a \quad (8)$$

Na vstupu do obvodu II je impedance $Z_{(p)k}$ složená z náhradního odporu krávy R_k a vstupní impedance do obvodu II $Z_{(p)n-k}^{vst}$ (obr. 5)



$$Z_{(p)k} = \frac{R_k \cdot Z_{(p)n-k}^{vst}}{R_k + Z_{(p)n-k}^{vst}} \quad (9)$$

Pro část I náhradního obvodu plotu, zakončenou impedancí $Z_{(p)k}$, platí:

$$\gamma_k = Z_{(p)k} \sqrt{\frac{Cp+G}{Lp+R}} \quad (10)$$

5. Obvod druhé části plotu (II)

x je v rozmezí 0 až a . $k = l$

V bodě, kde je připojen odpor R_k , je napětí a proud

$$U_{(p)k} = U_{o(p)} \frac{\gamma_k}{\gamma_k \cosh \lambda ak + \sinh \lambda ak} \quad (11)$$

$$I_{(p)k} = U_{o(p)} \sqrt{\frac{Cp + G}{Lp + R}} \frac{l}{\gamma_k \cosh \lambda ak + \sinh \lambda ak} \quad (12)$$

Vstupní proud do obvodu $I_{o(p)}^{vst}$ při $x = 0$ a $l = ak$ je

$$I_{o(p)}^{vst} = U_{o(p)} \sqrt{\frac{Cp + G}{Lp + R}} \frac{\gamma_k \sinh \lambda ak + \cosh \lambda ak}{\gamma_k \cosh \lambda ak + \sinh \lambda ak} \quad (13)$$

a vstupní impedance

$$Z_{o(p)}^{vst} = \frac{U_{o(p)}}{I_{o(p)}^{vst}} = \sqrt{\frac{Lp + R}{Cp + G}} \frac{\gamma_k \cosh \lambda ak + \sinh \lambda ak}{\gamma_k \sinh \lambda ak + \cosh \lambda ak} \quad (14)$$

Výpočet proudu tekoucího tělem krávy $I_{(p)R}$ plyne z obr. 6.

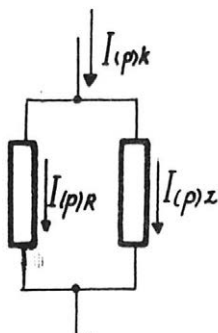
Platí:

$$I_{(p)k} = I_{(p)R} + I_{(p)Z} \quad (15)$$

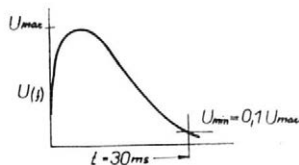
kde: $I_{(p)k}$ — vstupní proud do paralelní větve
 $I_{(p)Z}$ — proud impedance zbylé části plotu

$$I_{(p)k} = I_{(p)R} \left(1 + \frac{R_k}{Z_{(p)n-k}^{vst}} \right) \quad (16)$$

$$I_{(p)R} = \frac{Z_{(p)n-k}^{vst}}{R_k + Z_{(p)n-k}^{vst}} U_{o(p)} \sqrt{\frac{Cp + G}{Lp + R}} \frac{l}{\gamma_k \cosh \lambda ak + \sinh \lambda ak} \quad (17)$$



6. Výpočet proudu tekoucího tělem krávy $I_{(p)R}$



7. Impulsy vyráběné elektrickými ohradníky

Elektrické ohradníky vyrábějí impulsy o napětí přibližně $U_o(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$ (obr. 7). Veličiny α a β jsou parametry impulsu. K dosažení optimálního fyziologického účinku proudem na zvířata jsou nejvhodnější impulsy s parametry α 85 a β 1585 (Ackermann 1966, Koeppen 1963, Petrbock 1969). Zavede-li se na vstup obvodu impuls z ohradníku o průběhu napětí $U(t) = U_o(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$, jehož obraz v Laplaceově transformaci je

$$U_{(p)} = U_o \frac{\alpha + \beta}{(p + \alpha)(p + \beta)} \quad (18)$$

je po dosazení a úpravě proud $I_{(p)R}$

$$I_{(p)R} = \frac{U_o(\beta - \alpha)(Cp + G) \cosh(n - k)a \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)}}{(p + \alpha)(p + \beta) [R_k(Cp + G) \cosh na \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} + \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \sinh ka] + \frac{1}{\sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \cosh(n - k)a \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)}}} \quad (19)$$

a vstupní proud do celého obvodu $I_{o(p)}^{vst}$

$$I_{o(p)}^{vst} = \frac{U_o(\beta - \alpha)}{(p + \alpha)(p + \beta)(Lp + R)} \frac{R_k(Cp + G) \sinh na \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} -}{R_k(Cp + G) \cosh na \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} -} - \frac{\sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \cosh ka \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \cosh(n - k)a \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)}}{\sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \sinh ka \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)} \cosh(n - k)a \sqrt{(Cp + G)(Lp + R)}} \quad (20)$$

Převod rovnic (19) a (20) z obrazu do originálu by byl tabelární metodou i počítačem neschůdný. Rovnice se řeší tak, že se komplexní impedance a admittance nahradí zdánlivými odpory a vodivostmi při středním úhlovém kmitočtu ω_s aplikovaného impulsu napětí podle rovnice (21), získaném rozkladem spektra. Výpočet nebude sice respektovat časový posuv maxima proudu proti maximu vstupního napětí, ale dovolí vyjádřit explicitně proud jako funkci n a k .

Impuls napětí ohradníku lze považovat za neperiodický děj, protože intervaly mezi nimi jsou s ohledem na jejich dobu trvání velmi dlouhé (doba trvání $30 \cdot 10^{-3}$ s, intervaly $7,5 \cdot 10^{-1}$ s) — (ČSN 364911 a 364912). Spektrum impulsu je spojitě a jeho rozklad se provede pomocí Furierova integrálu (Bubeník 1958, Petrbok 1969).

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \exp(-j\omega t) dt; \quad f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) \exp(j\omega t) d\omega$$

$$f(t) = U(t) = U_o(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}) \quad (21)$$

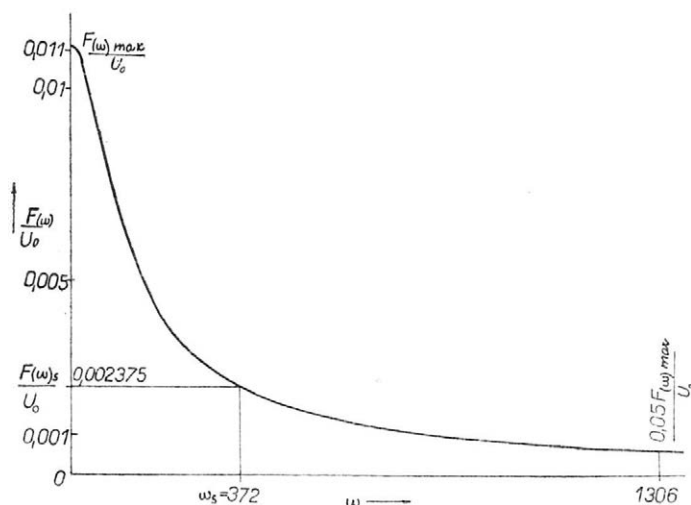
Rozklad impulsu ve spektrum se provede v oblasti $-\infty < t < +\infty$

$U(t)$ pro $t(-\infty; 0)$ je rovno nule.

Spektrální funkce

$$F(\omega) = U_o \int_0^{\infty} (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}) e^{-j\omega t} dt = \\ = F(\omega) = U_o \left[\left(\frac{\alpha}{\alpha^2 + \omega_s^2} - \frac{\beta}{\alpha^2 + \omega_s^2} \right) - j\omega \left(\frac{1}{\alpha^2 + \omega_s^2} - \frac{1}{\alpha^2 + \omega_s^2} \right) \right] \quad (22)$$

Pro $\alpha = 85$, $\beta = 1575$ (Petrbok 1969) a ω 0 až 1306 je její průběh znázorněn na obr. 8.



8. Průběh spektrální funkce pro $\alpha = 85$, $\beta = 1575$

Střední hodnota funkce $\frac{F(\omega)}{U_0}$ je počítána pro ω 0 až 1306, při němž klesla $\frac{F(\omega)}{U_0}$ na $0,05 \frac{F(\omega)_{\max}}{U_0}$. Z podkladů získaných počítačem Minsk je

$$\frac{1}{U_0} \int_0^{1306} F(\omega) d\omega = 3,1105 \quad \text{a střední hodnota} \quad \frac{F(\omega_s)}{U_0} = 0,002379$$

Této střední hodnotě spektrální funkce odpovídá střední úhlový kmitočet 378 s^{-1} .

Kapacity a indukčnosti vedení se uplatňují reaktancemi ωL a $\frac{1}{\omega C}$. K posouzení jejich vlivu se bude uvažovat tento kmitočet. Pak bude zdánlivý odpor

$$Z_{RL} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \quad (23)$$

zdánlivá vodivost

$$Y_{GC} = \sqrt{G^2 + \omega^2 C^2} \quad (24)$$

Činný odpor vodiče a půdy R (zjištěný měřením) činí v průměru $1,0725 \frac{\Omega}{m}$ (Petrbok 1969). Kapacita vodiče oplocení o průměru 2,5 mm, zavěšeného ve výši 1 m, byla vypočtena na jednotku délky a činí výpočtem $C = 7,42 \frac{pF}{m}$ (Dufek, Mikulec 1959).

Indukčnost obvodu, tvořeného vodičem a zemí, je výpočtem $L = 0,198 \frac{mH}{m}$ (Verbelyi 1964). Pak $R^2 \gg L^2 \omega_s^2$, protože $1,115 \gg 1,98 \cdot 10^{-4}$.

Z toho plyne, že je vliv indukčnosti zanedbatelný a nebude se s ní v dalších výpočtech počítat. Hodnota $L\omega$ by se uplatnila až při velkých frekvencích, při nichž je ovšem $\frac{F(\omega)}{U_0}$ zanedbatelně malá.

Průměrná hodnota svodu G , zjištěná měřeními tří ohradníků (Petrbok 1969), činí $0,84 \cdot 10^{-9} \frac{S}{m}$.

Z porovnání veličin admitance je patrné, že se kapacita uplatňuje, protože hodnota svodu a kapacitance je srovnatelná

$$G^2 > C^2 \omega_s^2 \Rightarrow 7,05 \cdot 10^{-19} > 2,805 \cdot 10^{-19}$$

Z toho důvodu se výrazy v rovnicích (25) až (28) upraví následovně:

$$\lambda_{(p)} = \sqrt{(Lp + R)(Cp + G)} \approx \sqrt{R \sqrt{G^2 + C^2 \omega_s^2}} \quad (25)$$

$$\gamma_{(p)} = Z_{(p)} \sqrt{\frac{Cp + G}{Lp + R}} \approx Z_{zak} \sqrt{\frac{\sqrt{G^2 + C^2 \omega_s^2}}{R}} \quad (26)$$

$$(Lp + R) \approx \sqrt{(L^2 \omega_s^2 + R^2)} \doteq R \quad (27)$$

$$(Cp + G) \approx \sqrt{(C^2 \omega_s^2 + G^2)} \quad (28)$$

Pro vstupní proud platí výraz

$$I_{o(p)}^{vst} = U_{o(p)} \cdot Y_{o(p)} \quad (29)$$

kde: $Y_{o(p)}$ — vstupní admitance plotu

a proud tělem zvířete

$$I_{R(p)} = U_{o(p)} \cdot Y_{R(p)} \quad (30)$$

kde: $Y_{R(p)}$ — ekvivalentní admitance pro převod vstupního napětí na proud tělem zvířete

Veličiny $Y_{o(p)}$ a $Y_{R(p)}$ jsou výrazy za transformovaným vstupním napětím $U_{o(p)}$ v rovnicích (20) a (19).

Zavedou-li se do těchto výrazů veličiny podle rovnic (25 — 28), jsou obě admitance konstantami a lze je označit zkráceně K_o a K_R .

Pak

$$I_{o(p)} = U_{o(p)} \cdot K_o \quad \text{a} \quad I_{R(p)} = U_{o(p)} \cdot K_R$$

a převodní vztahy

$$I_{o(p)} \subset I_{o(t)} = U_{(t)} \cdot K_o$$

$$I_{R(p)} \subset I_{R(t)} = U_{(t)} \cdot K_R$$

Obecný tvar rovnic pro vstupní proud do oplocení $I_{o(t)}$ a proud tělem zvířete $I_{R(t)}$ je pro libovolné n a k

$$I_{R(t)} = U_{(t)} \left[\frac{\coth(n - k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}{\left[R_k \coth(n - k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} \cosh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} + \right.} \right. \\ \left. \left. + \sinh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} R_k + \sqrt{\frac{R}{\sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}} \coth(n - k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} \right] \right]$$

$$I_{o(t)}^{vst} = U_{o(t)} \sqrt{\frac{R_k \coth(n-k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}{R}} \cdot \frac{R_k + \sqrt{\frac{R}{\sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} \coth(n-k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}}{R_k \coth(n-k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}} \cdot \frac{R_k + \sqrt{\frac{R}{\sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} \coth(n-k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}}{R_k \coth(n-k)a \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}} \cdot \frac{\sinh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} + \cosh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}{\cosh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}} + \sinh ka \sqrt{R \sqrt{C^2 \omega_s^2 + G^2}}}$$

ZÁVĚR

Navržený aparát řeší průběh proudu tělem krávy při dotyku s vodičem oplocení v libovolné vzdálenosti od rázového generátoru impulsů při libovolné délce vedení. Nerespektuje sice fázový posun maxima proudu proti maximu vstupního napětí, ale dovoluje vyjádřit explicitně proud jako funkci n a k . Hledisko fyziologické není dotčeno, protože intenzita fyziologického působení závisí toliko na proudu a na době působení.

Volba navržené metody vyplynula z konkrétních parametrů R , L , C a G plotů ideálního (realizovatelného) impulsu ohradníků, jehož rozkladem se získal střední úhlový kmitočet.

Literatura

- ACKERMANN J., 1966, Biofyzika. Viesh Moskva.
 ANGOT A., 1960, Užité matematické pro elektrotechnické inženýry. SNTL.
 BUBENÍK V., 1958, Impulsová technika I. SNTL.
 COLE K. S., 1955, Electrical Physiology. Medical Physics vol. I, Chicago.
 DUFEK, MIKULEC, 1959, Příklady z teoretické elektrotechniky I. SNTL.
 GILDEMEISTER M., 1928, Über elektrische Schwingungen, hervorgerufen durch die Hautkapazität. Pflügers Archiv ges. Physiol. 219.
 HORÁK, KRUPKA, ŠINDELÁŘ, 1961, Technická fyzika. SNTL.
 KOEPPEN S., 1963, Impulsgröße und -dauer bei elektrischen Weidezaungeräten. Elektrotechnische Zeitschrift 5.
 KRYŠPÍN J., ŠAFRÁNKOVÁ B., 1962, Přenos energie v živé hmotě se zvláštním zřetelem k přenosu elektřiny. Československá fyziologie 11.
 PETRBOK K., 1969, Příspěvek k řešení některých problémů elektrického hrazení pastvin. Kandidátská disertační práce na VŠZ Praha.
 VEREBELI I., 1964, Přenos elektrické energie. SNTL.
 —, 1967, Technika uzemňování. Československé energetické závody, gen. řed. Praha.
 — ČSN 364911 a 364912.

Došlo dne 29. 10. 1970

Метод решения хода тока, протекающего через тело животного при его соприкосновении с проводником электроизгороди

Проводится метод вычисления хода тока, проходящего через тело животного при его соприкосновении с проводником электроизгороди, как на произвольном расстоянии от поилки, так и при произвольной длине изгороди. Электроизгородь рассматривается как однородный электропровод с распределенными параметрами R , L , C и G . Для вычисления входного тока в линии и в теле коровы при помощи уравнений для линии в качестве

линии была взята изгородь, которую замыкало сопротивление коровы, а в качестве вступительного импеданса — остальные части изгороди. Из-за затруднений перевод результирующих уравнений из изображения в оригинал не состоялся, а окончательное решение было проведено тем способом, что характерные величины электролинии были замещены импедансом и адмитансом для средней угловой частоты, полученной в результате разложения спектра данного импульса по интегралам Фурье. Вычисление хотя и не принимает во внимание фазовое смещение максимума тока против максимума напряжения, но позволяет четко выразить ток как функцию длины изгороди и места соприкосновения. Это не затрагивает физиологического аспекта, так как интенсивность действия зависит только от тока.

The Method of Calculation of the Course of Current Flowing through the Body of an Animal Touching a Conductor of an Electrical Fence

The article presents a method of calculation of the flow of current in the cow's body touching the conductor of an electrical fence at an arbitrary distance from the point of feeding and at an arbitrary length of fence. The electrical fence is considered as a homogeneous electrical line with distributed parameters R , L , C and G . In the calculation of the input current in the line and the current flowing through the cow's body (by means of the equations of line) the fence was considered as a line ended with a resistor (the cow) and with the input impedance — the rest of the fence. The conversion of the final equations from the image to the original was considered too difficult to be carried out, and thus the final solution was acquired by means of substitution of the characteristic quantities of the line with the impedance and admittance for mean angle frequency obtained from the spectral analysis of the impulse suggested according to the Fourier integral. Although this calculation does not respect the phase displacement of the maximum current in relation to the maximum voltage, it allows for an explicit formulation of the current as a function of the fence length and the point of contact. This does not effect the physiological viewpoint, as the intensity of action depends merely on the current.

Lösungsmethode des Durchlaufens des bei Berührung mit dem Leiter der elektrischen Umzäunung durch den Körper des Tieres fließenden Stroms

Es wird die Berechnungsmethode des Stromdurchlaufens durch den Körper der Kuh bei Berührung mit dem Umzäunungsleiter angeführt, und zwar falls es in beliebiger Entfernung vom Speisungsort und bei beliebiger Zaunlänge zur Berührung kommt. Der Elektrozaun wird als homogene elektrische Leitung mit zerlegten Parametern R , L , C und G erwogen. Zur Berechnung des Eintrittsstroms in die Leitung und des durch den Körper der Kuh durchlaufenden Stroms mit Hilfe von Gleichungen für die Leitung wurde der Zaun als Leitung, die durch den Widerstand der Kuh und Eintrittsimpedanz des restlichen Zaunteils beendet ist, genommen. Die Überführung der resultierenden Gleichungen vom Bild ins Original wurde zweck Beschwerclichkeiten nicht durchgeführt und die Zuendelösung wurde auf die Weise durchgeführt, daß die charakteristischen Leitungsgrößen durch Impedanz und Admittanz für die mittlere Winkelfrequenz, die durch die Spektrumzerlegung des vorgeschlagenen Impulses laut Furier-Integral gewonnen wurde, ersetzt wurden. Die Berechnung respektiert zwar nicht die Phasenverschiebung des Strommaximums gegenüber dem Spannungsmaximum, sondern erlaubt deutlich den Strom als Funktion der Zaunlänge und des Berührungsortes auszudrücken. Der physiologische Standpunkt wird dadurch nicht berührt, da die Wirkungsintensität nur vom Strom abhängig ist.

Adresa autora:

Ing. Kamil Petrbok, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchbát

Rukopis odevzdán k tisku 4. 12. 1970 — Podepsáno k tisku 10. 2. 1971

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

C 8.421/347

L'agriculture temporelle. — Essai de méthode prospective en matière d'équipement et de travail dans la production agricole. Étude No. 347. Antony, Centre national d'études et d'expérimentation de machinisme agricole 1970. 44. s. tab. (Antony — Studijní a výzkumné středisko zemědělské techniky — výhledy — výzkum)

D 39.871/63

Programma di meccanizzazione integrale per la aziende agricole. Relazione sul viaggio di studio compiuto negli Stati Uniti nel settembre 1968. Quaderni de „La ricerca scientifica“ 63. Roma, Consiglio nazionale delle ricerche 1970. 103 s. 23 obr. tab. (Mechanizace zemědělství — USA — studijní cesty — Itálie — 1968 — zprávy)

E 28.943/1970/51

Materiali po dokladi na specialisti po mechanizacija na selskoto stopanstvo, komandirovani v čužbina prez 1969 g. Akad. na s.-st. nauki 1970. 51. Sofija, Cent. za nauč.-techn. i ikon. informacija po selsko i gorsko stopanstvo 1970. 71 s. 7 obr. (Mechanizace zemědělství — světové přehledy — studijní cesty — Bulharsko)

D 58.281

Karpenko S. O., Ljabach F. S., Radionov O. M.
Nova silskohospodarska tehnika. Kyjiv, Urožaj 1970. 278 s. 87 obr. tab. (Zemědělské stroje — příručky)

D 50.847/2002

Hur provar man konstgödselspridare? Vad säger resultaten? Meddelande 2002. Uppsala, Statens maskinprovningar 1970. 9 s. 13 obr. (Rozmetadla strojních hnojiv — zkoušení — metody — Švédsko — zprávy)

C 19.403/35

Grano Ch. X.
An eight-day volumetric pollen sampler. Research note SO-35. New Orleans, Louisiana South. for. exp. station 1966. 4 s. 4 obr. (Pyl — vzorky — odebrání — přístroje — letáky)

E 34.148

Fedosejev P. N.
Uborka zernovych kultur v rajonach povyšennoj vlažnosti. Moskva, Koles 1969. 173 s. 56 obr. 23 tab. (Obilniny — sklizeň — mechanizace — technologické vlastnosti — SSSR — Sibiř)

D 50.847/2004

Hur provar man spannmålstorkar? Vad säger resultaten? Meddelande 2004. Uppsala, Statens maskinprovningar 1970. 6. s. 4 obr. (Sušárny obilniny — zkoušení — metody — Švédsko — zprávy)

E 28.943/1970/43

Kamdzelis N. Ch., Lukov C. D., Mladenovski V. D.
Prerabotka i šachranjavane na žarnoto sled pribiraneto mu. (Obzor) Akad. na s.-st. nauki 1970. 43. Sofija, Cent. za nauč.-techn. i ikon. informacija po selsko i gorsko stopanstvo 1970. 122 s. 43 obr. 28 tab. (Obilí — posklizňová úprava — stroje a zařízení — studijní zprávy — Bulharsko)

Siepmann A. H. J., Weerd B. v. d. D 36.732/144
Kiembeschadiging door aardappelpootsystemen. — Chit damage by potato planting systems. Publikatie 144. Wageningen, Inst. voor landbouwtechniek en rationalisatie 1970. 22 s. 4 obr. 9 tab. (Brambory — sázení — mechanizace — klíčky — poškození — vztahy — výzkum — Holandsko)

D 56.085/616
Ransomes Johnson Faun 1630 potato harvester. Test report for users 616. Silsoe (Bedford), NIAE 1970. 11 s. tab. (Sklizeče brambor — Faun 1630 — zkoušení — Anglie — zprávy)

Schammai P. E 33.351/111
Untersuchungen an einem Einzelkornsäuger für Zuckerrüben-Monogerm-saat unter besonderer Berücksichtigung des Entleerungsvorganges der Zellen. Diss. d. Landw. Fak. d. J. Liebig-Univ. zu Giessen. Giessen, Inst. für Landtechnik 1968. 90 s. 67 obr. 10 tab. (Secí stroje řepné — přesné — výsevní komůrky — vyprazdňování — výzkum — NSR)

D 36.732/139
Mechanisatie van de suikerbietenooft. Verslag van de tiende landelijke bietenrooidemonstratie te veelerveen in 1969. Publikatie 139. Wageningen, Inst. voor landbouwtechniek en rationalisatie 1970. 39 s. 19 obr. 5 tab. (Sklizeče řepy — zkoušení — Holandsko)

Fuentes Cortes R. de E 13.401/7-70 H
Cultivo y recolección mecánica de tomates destinados a la industrialización. Hojas divulgadoras 7-70 H. Madrid, Min. de agric. 1970. 15 s. 11 obr. (Rajská jablčka — pěstování a sklizeň — mechanizace)

C 8.421/348
Comptes-rendus d'expérimentations et d'essais sur les matériels de récolte des fruits. (Echelon Interrégional du Midi du CNEEMA). Antony, Centre national d'études et d'expérimentation de machinisme agricole 1970. Étude No. 343. Preruš. str. obr., tab. (Ovoce — sklizeň — mechanizace — výzkum — Francie)

C 18.110/35
Build feed blender or feed mixer for less than \$ 100. Agricultural engineering 35. Winnipeg, The United grain growers 1969. 4 s. obr. (Mísiče krmiv — konstrukce — letáky)

C 3.939/1150
Portable sow feeders. Misc. publ. 1150. Washington, U. S. Depart. of agric. 1169. 2 s. (Krmítka — prasnice — konstrukce — letáky)

Mjand A. E. D 58.341
Kormoprígotovitelnyje mašiny i agregaty. Moskva, Mašinostrojenie 1970. 255 s. 123 obr. (Krmivářské stroje — konstrukce — příručky)

C 18.110/34
Compare conveying equipment for livestock feeding. Agricultural engineering 34. Winnipeg, United grain growers 1969. 4 s. (Dopravníky krmiv — letáky)

Růžička M.: Vědecká činnost mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze	73
Kadlec V.: Zviditelňování proudů vzduchu ve větraných prostorách	75
Mašek V.: Optimální parametry postřikovačů z hlediska hydrauliky a konstrukce	85
Šír V.: Možnosti užití číslicových metod v zemědělské technice a výzkumu	107
Friedman M.: Řezání půdy kotoučovým krojidlem	117
Petrbok K.: Metoda řešení průběhu proudu tekoucího tělem zvířete při dotyku s vodičem elektrického oplocení	131

СОДЕРЖАНИЕ

Кадлец В.: Методика, позволяющая увидеть воздушное течение в проветриваемых помещениях (83). — Маšek В.: Оптимальные параметры дождевателей с точки зрения гидравлики и конструкции (104). — Шир В.: Возможности применения цифровых методов в с/х технике и научном исследовании (116). — Фридман М.: Резка грунта дисковым резцом (129). — Петрбок К.: Метод решения хода тока, протекающего через тело животного при его соприкосновении с проводником электроизгороди (137).

CONTENT

Kadlec V.: The Methods of Visualizing the Air Flow in the Ventilated Areas (83). — Mašek V.: The Optimum Parameters of Sprinklers from the Point of View of Hydraulics and Construction (105). — Šír V.: The Possible Use of the Digital Methods in the Agricultural Practice and Research (116). — Friedman M.: Soil Cutting by Means of Cutter Disk (129). — Petrbock K.: The Method of Calculation of the Course of Current Flowing through the Body of an Animal Touching a Conductor of an Electrical Fence (138).

INHALT

Kadlec V.: Methodik der Luftströmungsversichtlichung in gelüfteten Räumen (83). — Mašek V.: Optimale Spritzgerätparameter vom Gesichtspunkt der Hydraulik (105). — Šír V.: Anwendungsmöglichkeiten der Ziffernmethoden in der Landtechnik und Forschung (116). — Friedman M.: Bodenschneiden mittels Scheibensech (129). — Petrbock K.: Lösungsmethode des Durchlaufens des bei Berührung mit dem Leiter der elektrischen Unzäunung durch den Körper des Tieres fließenden Stroms (138).

TABLE DES MATIÈRES

Kadlec V.: Visualisation de l'écoulement de l'air dans les espaces aérés (84). — Mašek V.: Paramètres optimaux des pulvérisateurs du point de vue de l'hydraulique et de la construction (105). — Šír V.: Possibilités d'utilisation des méthodes numériques pour la technique et recherche agricoles (res. An, Al/116). — Friedman M.: Une contribution à la théorie de coupage du sol à l'aide d'un couteur à disque (130). — Petrbock K.: Méthode de solution de l'écoulement du courant par le corps de l'animal quand celui-ci vient en contact avec le conducteur de la clôture électrique (res. An, Al/138).

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