

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA



1

ROČNÍK 31 (LVIII)
PRAHA
LEDEN 1985
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Vladimír Piša, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Steffl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1985

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

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

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

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

Zaměření činnosti Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích po 4. a 8. zasedání ÚV KSČ

V současné době již není mechanizace pro československé zemědělství pouhou náhradou lidské práce, ale stává se intenzifikačním faktorem, který ovlivňuje zvyšování produkce na základě zlepšování péče o půdní fond, snižování produkčních ztrát a efektivnějšího využití osiv, sadby, průmyslových hnojiv a chemických ochranných prostředků. Tyto úkoly může splnit pouze technika, u které budou urychleně uplatňovány nejnovější vědeckovýzkumné poznatky, a to jak při konstrukci zemědělských strojů a zařízení, tak při organizaci jejich využití v zemědělském provozu. Přednostně je třeba řešit stěžejní problémy, charakterizované v návrhu zabezpečení zemědělsko-potravinářského komplexu strojírenskou technikou. Mezi tyto problémy patří:

- dořešit odpovídající mechanizační vybavení pro přípravu půdy, a tím vytvořit předpoklady pro lepší využívání půdního fondu, jeho ochranu a snižování energetických potřeb;

- zajistit celou oblast krmivové základny a zabezpečit mechanizaci pro výrobu kukuřice, píce, okopanin a pro horské oblasti;

- dořešit technické vybavení pro speciální plodiny (zeleninu, ovoce, révu vinnou, chmel, luskoviny, přadné rostliny), zejména v oblasti sklizňové techniky a linek posklizňové úpravy;

- zabezpečit skladování zemědělské produkce (brambor, zeleniny, ovoce, siláže, sena apod.), zejména z hlediska zajištění kompletních souborů technologického vybavení skladů, včetně automatického řízení režimu skladování;

- zvýšit kvalitativní úroveň dopravy a manipulace v zemědělství, a to zejména lepší strukturou dodávek zemědělských automobilů, výkonných nakladačů, dávkovacích dopravníků, vysokozdvizných vozíků a realizací autotraktorového kontejnerového systému;

- intenzivněji rozvíjet dodávky technických prostředků užití elektroniky a technických prostředků řízení;

- zlepšit ukazovatele provozní spolehlivosti a kvality práce strojů; odstranit stoupající stáří výrobních strojů a zařízení v zemědělství.

Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze-Řepích pod přímým řízením FMZVŽ — tudíž s celostátní působností — je jednou z hlavních organizací, které zkoumají možnosti dalšího rozvoje a efektivního využití zemědělských technických a technologických systémů.

Výzkumný plán VÚZT na 7. pětiletku obsahuje tři státní výzkumné úkoly a jeden úkol resortní, které ústav koordinuje. Tři dílčí části státních výzkumných úkolů jsou řešeny pro jiná koordináční pracoviště. Na řešení úkolů výzkumného plánu ústavu se podílí řada dalších vědeckovýzkumných, vysokoškolských i výrobních organizací.

Na základě závěrů XV. sjezdu KSČ a potom i 4. a 8. zasedání ÚV KSČ byla provedena analýza věcné náplně výzkumného plánu na 7. pětiletku a stanoveny stěžejní problematiky, na jejichž řešení se přednostně soustřeďují dostupné pracovní, materiálové a finanční kapacity. V zásadě

se jedná o problémy citované v uvedeném návrhu zabezpečení zemědělsko-potravinářského komplexu strojírenskou technikou. Tyto problémy se promítají do současné struktury výzkumného plánu ústavu, který obsahuje:

1. úkol SPRVT „Rozvoj nových technologických směrů a techniky v rostlinné a živočišné výrobě“;

2. úkol SPCPRVT „Využití nových zdrojů energie v zemědělství a potravinářském průmyslu“;

3. úkol SPZV „Mechanizované a automatizované systémy výrobních zemědělských technologií“;

4. úkol RPRVT „Manipulační, dopravní a skladovací systémy v zemědělství“;

5. dílčí úkol SPRVT „Řešení vybraných prvků řízení technologického procesu v reálném čase“;

6. dílčí úkol SPRVT „Výzkum nových pracovních postupů a strojních linek v chovu skotu“;

7. etapu úkolu SPEV „Tvorba normativní základny a plánovaných výpočtů v zemědělství“.

Výsledky řešení těchto úkolů jsou zpracovány ve výzkumných zprávách, jejichž počet přesahuje 50 titulů ročně. Uživatele těchto vědeckovýzkumných výsledků lze rozdělit do čtyř hlavních skupin:

1. řídicí orgány všech stupňů,

2. organizace vyrábějící zemědělské stroje a zařízení ve vlastním resortu i v inputových resortech,

3. zemědělská praxe,

4. vědeckovýzkumné organizace v oblasti navazujícího základního i aplikovaného výzkumu.

Je zřejmé, že praktické vědeckotechnické poznatky a další rozvoj zemědělské techniky se uplatňují jen na základě vypáčeného sepětí teorie s praxí. Proto je v práci ústavu věnována pozornost vedle aplikovaného výzkumu i teoretickým a metodickým pracím. Velmi efektivně se zde projevují i poznatky získané z mnohostranné i dvoustranné vědeckotechnické spolupráce především se zeměmi RVHP, poznatky získané ze studijních pobytů, ze zahraniční spolupráce při výchově vědeckých kádrů atd. Svědčí o tom i vybrané příspěvky pracovníků ústavu, zveřejněné v tomto čísle vědeckého časopisu.

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

VLIV ZRAKOVÝCH PODMÍNEK NA PRACOVNÍ POHODU OBSLUHY SAMOJÍZDNÝCH STROJŮ PRO SKLIZEŇ PÍCE

J. Staněk

STANĚK, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Vliv zrakových podmínek na pracovní pohodu obsluhy samojízdných strojů pro sklizeň píce*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1) : 3-11.

Z ergonomických hledisek při práci výkonných samojízdných strojů vystupuje do popředí závažná problematika — příjem zrakových informací nezbytných k ovládání stroje a k řízení pracovního procesu. Pro tuto činnost je nutné zajistit potřebné podmínky, neboť na ní ve značné míře závisí nejen pracovní výkon a kvalita práce stroje, ale i pracovní pohoda obsluhy stroje. Podmínky pro přímé sledování a kontrolu vlastního pracovního procesu zrakem u mobilních zemědělských strojů jsou při vývoji strojů zajišťovány bez dostatečných podkladů. O stavu poznání v této oblasti svědčí i celkový nedostatek domácích i zahraničních informací. Skutečná situace je patrna z výsledků proměření a sledování čtyř typů sklizečů píce a z řízené ankety, vedené s obsluhami strojů. Jedná se o samojízdné sklízecí řezačky SPS-420, SPS-35 „Toron“, E-280 a samojízdný žací řádkovač E-301. Cílem předložené práce je objasnit problémy, se kterými je nutné se při řešení nových strojů zabývat, aby byla zajištěna co největší spolehlivost systému člověk — stroj a ochrana lidského činitele jako nejslabšího článku tohoto systému.

samojízdné sklizeče píce; příjem zrakových informací; pracovní pohoda

Při práci se zemědělskou technikou, zejména se samojízdny mi stroji, je velmi důležitý příjem informací zrakem, nezbytných k jejich ovládání. Jedná se o informace při sledování pracovního procesu a o informace zprostředkované a předávané pomocí sdělovačů. Zatímco problematika sdělovačů informací je poměrně široce zpracována, jsou sledování a kontrola vlastního pracovního procesu řešeny při vývoji strojů bez dostatečných podkladů.

Systém člověk — stroj bude spolehlivě pracovat pouze tehdy, bude-li příjem a tok informací včasný, rychlý a zřetelný. To závisí na technickém uspořádání stroje, na stavu a vlastnostech lidského činitele a na fyzikálních poměrech pracovního prostředí. V optimálních podmínkách může zrak plnit svoji funkci s největší účinností a s nejmenší námahou. Vizuální spojení se sledovaným pracovním postupem je optimální, jsou-li odstraněny všechny rušivé faktory pracovních podmínek, které zhoršují příjem informací a zrakovou pohodu. Přitom je právě zraková pohoda velmi důležitým činitelem v pracovním prostředí a není-li zajištěna, dochází ke zvýšené zátěži senzorické, mentální i fyzické, k únavě obsluhy, ke snížení výkonu stroje i kvality práce. Z těchto důvodů byla práce zaměřena na optimalizaci zrakových podmínek u samojízdných strojů. Získané poznatky se týkají sledování pracovního procesu u samojízdných sklizečů píce.

METODIKA

Při sledování a řešení zrakových informací u samojízdných strojů byly na základě literárních podkladů z oblasti fyziologie zraku, hygieny práce, ergonomie a poznatků z provozu strojů sestaveny základní referenční údaje a zásady, podle kterých bylo uskutečněno měření a hodnocení strojů.

Rízenou anketou s obsluhami strojů (bylo dotazováno celkem 12 pracovníků) byly získány závažné poznatky o strojích a pracovních podmínkách, které byly použity ke sledování a k celkovému hodnocení strojů.

Ověřované stroje byly proměřeny z hlediska umístění obsluhy co do vzdálenosti od sledovaných pracovních orgánů, výšky očí nad zemí apod. a byly změřeny zrakové podmínky, tj. zorné úhly a zorné osy v horizontální i vertikální rovině a další parametry. Dále byly pořízeny příslušné nákresy zrakových podmínek i fotografie z pracovních míst strojů.

Takto byly ověřovány samojízdné stroje pro sklizeň píce — sklízecí řezačky SPS-420, SPS-35 „Toron“ a E-280 a žací řádkovač E-301.

VÝSLEDKY

V souvislosti s řešením optimálních podmínek pro příjem zrakových informací (Křivohlavý, 1970; Neumann a Tímpe, 1976; Syka aj., 1981) byly stanoveny základní referenční údaje:

Zorný úhel v horizontální rovině, dosažený pouze pohyby hlavy — maximálně 90°. Většího zorného úhlu je možné dosáhnout pouze pohyby hlavy a trupu.

Zorný úhel směrem dolů od vodorovné roviny procházející očima — maximálně 40°. Je-li hodnota zorného úhlu větší, zvyšuje se námaha zádového a krčního svalstva. Zorný úhel menší než 40° je při konstrukci stroje velmi obtížně řešitelný.

Fyziologicky vhodná pracovní poloha — vsedě s opřenou bederní částí trupu a s náklonem hlavy maximálně 40°. Se zvětšením zorného úhlu dochází k nežádoucímu naklánění hlavy vpřed. V případě, že se ve směru zorné osy vyskytne překážka, je nutná i změna — zvětšení náklonu trupu.

Hloubka zorného pole, tj. vzdálenost mezi okem a sledovaným předmětem (rozlišovaným detailem) — minimálně 4000 mm. Hloubka zorného pole je významná pro přesnost vidění a rozlišování sledovaných detailů, aby oční svaly řídící konvergenci očí (tj. jejich sbíhání při zaměření do jednoho místa) byly co nejvíce uvolněny. Hloubka zorného pole 4000 mm byla stanovena jako kompromis mezi ideální vzdáleností pro „*punctum adlatum*“ 6000 mm a praktickými i funkčními možnostmi u mobilních sklizňových strojů.

Zajištění viditelnosti sledovaných pracovních orgánů z hlediska umístění, osvětlení a kontrastního odlišení od zpracovávaného materiálu; zajištění viditelnosti zpracovávaného materiálu. Jedná se o zabezpečení takových nezbytných podmínek, aby sledované detaily byly rozeznávány s minimální námahou zraku a dostatečnou přesností.

Zaclonění výhledu vpřed — maximálně 10°. Výhled zaclánějí nejen sloupky kabiny, které bývají příliš široké, ale i nevhodně řešené sloupky či panely volantu, neprosklené části kabiny apod.

Pracovní rychlost umožňující zřetelnou pohodu při sledování pracovního procesu.

Z řízené ankety s obsluhami strojů vyplynuly některé významné poznatky (Staněk, 1983).

Aby obsluha mohla zajišťovat činnost stroje, musí sledovat funkci žacího ústrojí, hlavně žací lišty. Důvodem je především možnost, že se lišta poškodí a porost zůstane neposečený. Dále musí obsluha sledovat využití záběru, stav porostu, zejména jeho hustotu, výšku a polehllost, a stav povrchu pozemku, zejména jeho nerovnost, kamenitost a vlhkost. Na základě zrakového spojení ovládá metač, a tím rovnoměrné plnění dopravního prostředku, který pící odváží. Na této činnosti je závislý pracovní výkon stroje, kvalita práce a bezporuchový provoz.

Výsledky ankety ukázaly na nedostatky v řešení hodnocených strojů, zejména s ohledem na zrakové podmínky při sledování žacího ústrojí. Dále lze konstatovat, že ve fyziologicky vhodné pracovní poloze, jak je uvedeno v souboru referenčních kritérií, není zajištěna dostatečná viditelnost na žací ústrojí ani u jednoho z nich. Ani pracovní sedadla svým celkovým řešením a možnostmi seřízení nezajišťují fyziologicky správnou polohu na pracovním místě. Poměrně nejlepší parametry sledovaných strojů má sklízecí řezačka SPS-420, ale ani na ní nelze sledovat žací ústrojí v sedu s oporou bederní části trupu.

Nevhodné podmínky vidění jsou u většiny strojů kompenzovány za ztížených poměrů pracovní polohou obsluhy ve stoje. Běžně se rovněž kontroluje činnost žacího ústrojí tak, že se pozemek za strojem sleduje při otočení o 180°. Tuto situaci lze označit z hlediska hygieny a bezpečnosti práce za škodlivou a nepřijatelnou.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ A SLEDOVÁNÍ STROJŮ A OBSLUH PŘI PRÁCI

Zorný úhel směrem dolů od vodorovné roviny, procházející očima, činil při sledování žacího ústrojí ověřovaných strojů 55 až 60° (obr. 1 až 4). Tyto údaje značně překračují referenční hodnotu 40°. Zároveň se ukázalo, že pracovní poloha není z fyziologického hlediska vhodná, neboť náklon hlavy vpřed činil 55 až 60°. Náklon trupu vpřed činil 20°. U stroje SPS-35 byl naměřen náklon trupu až 50°, neboť obsluha byla nucena ovládat stroj ve stoje a vzhledem k řešení kabiny i ve značném předklonu.

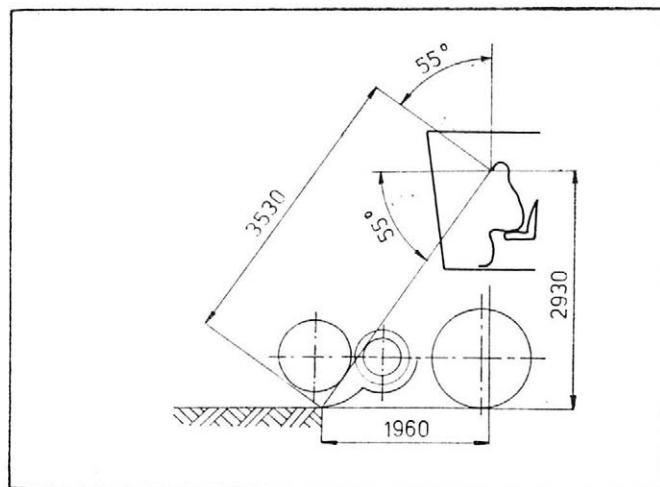
Zorný úhel v horizontální rovině byl naměřen 88 až 100° při stanoveném limitu 90°.

Hloubka zorného pole byla u sledovaných strojů 3000 až 3500 mm, stanovená nejmenší hodnota však činí 4000 mm.

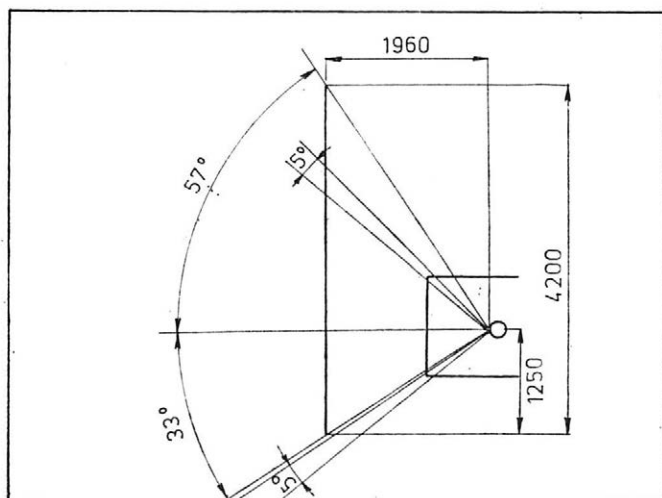
Fyziologicky nevhodnou pracovní polohu, vesměs zjištěnou u všech sledovaných strojů, tj. v neopřené sedu se značným náklonem hlavy, ale i trupu, nebylo ve sledovaných strojích možné upravit seřízením pracovních sedadel.

Velmi důležitým činitelem z hlediska smyslové i nervové pohody je viditelnost pracovních orgánů, zejména z hlediska jejich kontrastního barevného odlišení od zpracovávané hmoty. Této otázce není věnována dostatečná pozornost, což platí jak pro nové, tak zejména pro starší stroje v zemědělských závodech.

Bylo zjištěno, že výhled vpřed je zcloněn skeletem kabin. Tato hodnota se pohybovala od 10 do 20° na úkor zorného pole v horizontální rovině. K tomu dále přistupuje zclonění a ztížení výhledu vpřed volantem, panely, ovladači, příčkami apod.



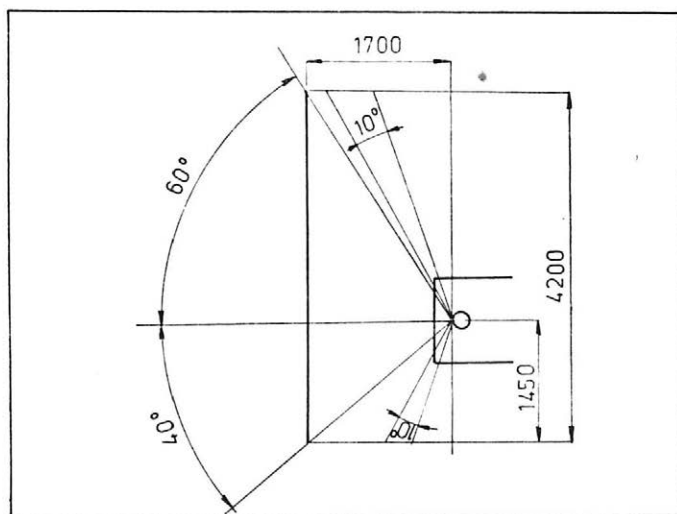
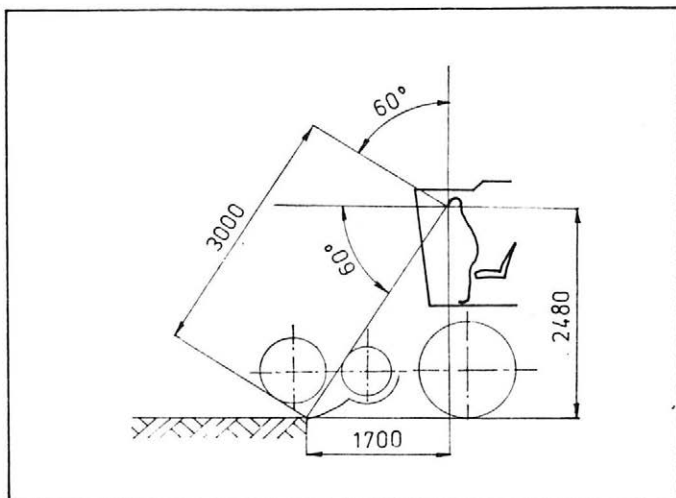
1. Zrakové podmínky u samojízdného sklízeče pícnin SPS-420 — Operator's field of vision in the self-propelled forage harvester SPS-420



DISKUSE A ZÁVĚR

Výsledky měření a sledování samojízdných strojů pro sklizeň pícnin i poznatky z řízené ankety s obsluhami strojů ukázaly na nedostatky ovlivňující zrakovou pohodu při příjmu informací. Vzhledem ke smyslovému omezení lidské výkonnosti, dané kapacitou smyslových orgánů, je nezbytné zajistit optimální podmínky pro příjem informací potřebných při ovládání stroje a při výkonu práce a odstranit nebo alespoň omezit rušivé faktory snižující smyslovou činnost a její spolehlivost. Dále je třeba konstrukčním řešením dosáhnout snadné obsluhy strojů a minimalizovat námahu a možnost poškození zdraví. Zásadou při zajišťování zrakové pohody tedy bude zabezpečit vhodné fyziologické podmínky pro přijímání zrakových podnětů a pro dosažení dostatečné zrakové výkonnosti, tj. odstranit rušivé faktory, které by tuto senzorickou výkonnost zhoršovaly a snižovaly. Obsluha stroje pak bude mít pocit, že dobře vidí

2. Zrakové podmínky u samojízdného sklízeče píce SPS-35 "Toron" — Operator's field of vision in the self-propelled forage harvester SPS-35 "Toron"

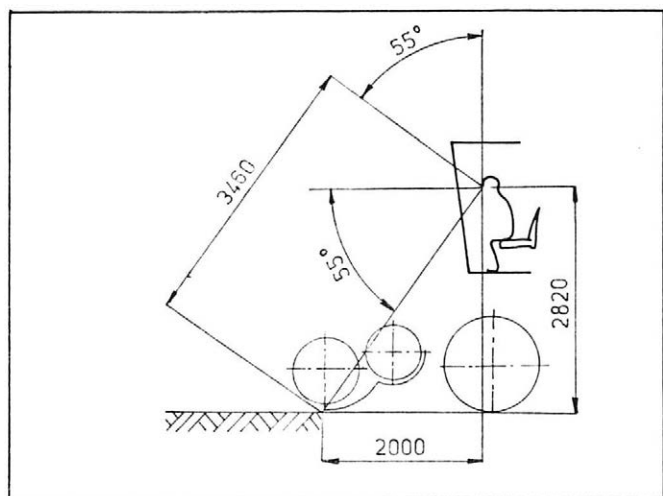


a bude se cítit i psychicky dobře, bude-li zrakové spojení s pracovním prostředím co nejlepší. Jinak se zvyšuje zátěž, únava a zhoršuje se výkon i kvalita práce.

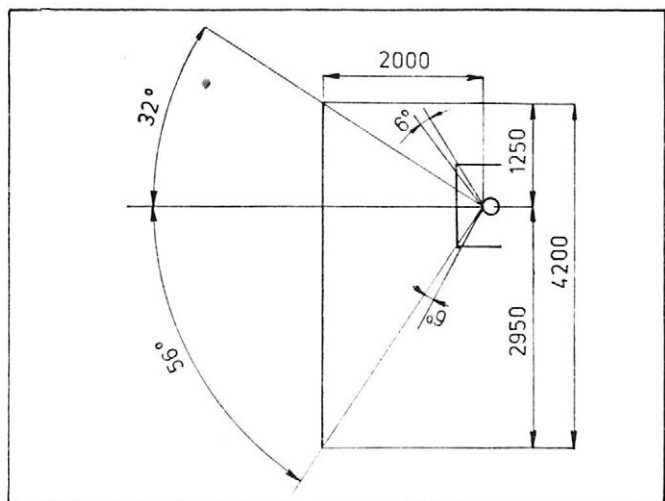
Se zřetelem na získané poznatky je třeba zajistit dobrou viditelnost na žací ústrojí — zejména na žací lištu, a to při pracovní poloze v sedu s opřenou bederní částí trupu a s náklonem hlavy maximálně 40° . Tato hodnota odpovídá zornému úhlu 40° od horizontální roviny směrem dolů.

Dále je třeba řešit stroj tak, aby zejména při sledování žacího ústrojí nepřekážely v zorném poli části stroje a kabiny a aby se obsluha nemusela příliš naklánět. S tím souvisí i takové konstrukční řešení kabiny, aby výhled nebyl omezován sloupky kabiny, příčkami, panely, volantem apod.

Zorný úhel v horizontální rovině by při sledování žacího ústrojí neměl přesáhnout hodnotu 90° , poněvadž úhel větší než 90° vyžaduje pohyby nejen hlavy, ale i trupu.



3. Zrakové podmínky u samojízdného sklízeče píce E-280 — Operator's field of vision in the self-propelled forage harvester E-280



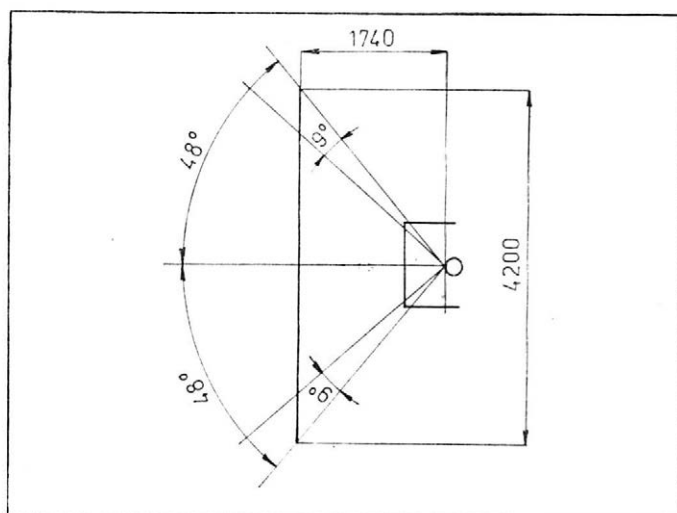
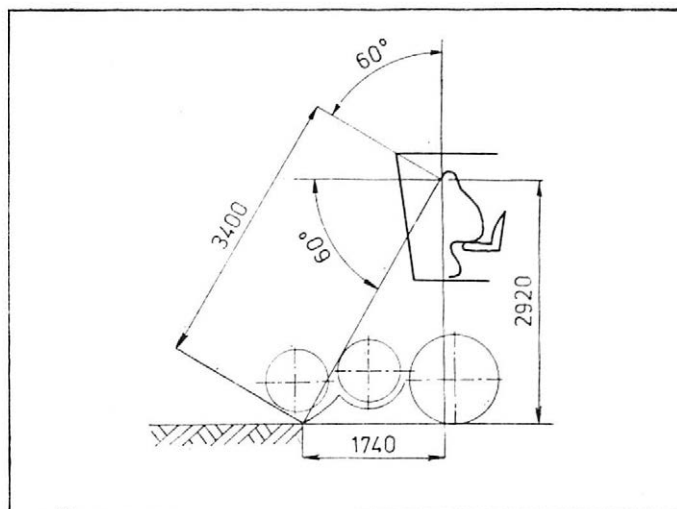
Velmi důležitá je správná výška očí nad zemí. Tato hodnota, která činila u sledovaných strojů asi 3000 mm (ale i 2500 mm u sklízecí řezačky SPS-35), podstatně ovlivňuje spolu se zorným úhlem ve vertikální rovině a hloubkou zorného pole zrakovou pohodu. S ohledem na kontrolu plnění odvozního prostředku při ovládání metače by výška očí nad zemí neměla být menší než 3000 mm.

Hloubka zorného pole — tj. délka spojnice oka a sledovaného pracovního ústrojí — by neměla být menší než 4000 mm, což vyplynulo z optimální hloubky zorného pole a funkčních i konstrukčních možností i s ohledem na rozeznatelnost sledovaných detailů.

Při výrobě a vývoji sklízecích je nutné věnovat pozornost pracovnímu sedadlu, aby bylo konstruováno nebo alespoň přizpůsobeno pro určitý stroj. Jen tak bude možné zajistit jeho parametry z hlediska vhodné pracovní polohy a výhledu, možností seřízení a tlumení vibrací.

Velmi důležité je zejména barevné kontrastní odlišení sledovaných

4. Zrakové podmínky u samojízdného žacího řádkovače E-301 —
Operator's field of vision in the self-propelled windrower E-310



pracovních částí od zpracovávaného materiálu. Tyto barevné úpravy zlepšují podmínky pro příjem zrakových podnětů a zvyšují zrakovou výkonnost.

Literatura

Applied ergonomics. Layout work spaces. 1.3, 1970, s. 151-158.

FNX 35-101. Principes ergonomiques de signalisation applicables aux postes de travail. 1978.

Handbuch der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation. Düsseldorf, VDI ADB 1980.

ISO 5721. Agricultural tractors — Operator's field of vision. 1981.

KŘIVOHLAVÝ, J.: Člověk a stroj. Praha, Práce 1970.

NEUMANN — TIMPE: Psychologische Arbeitsgestaltung. Berlin, VEB Verlag der Wissenschaften 1976.

STANĚK, J.: Omezování zátěže v mechanizovaných pracovních procesech. [Dílčí zpráva Z-1854.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1983.
SYKA — VOLDŘICH — VRABEC: Fyziologie a patofyziologie zraku a sluchu. Praha, Zdravot. naklad. 1981.
ZINCENKO — MUNIPOV — SMOLJAN: Ergonomičeskije osnovy organizacii truda. Moskva 1974.

Došlo dne 7. 9. 1984

СТАНЕК, Я. (Научно-исследовательский институт сельхозтехники, Прага - Ржепы): Влияние зрительных условий на рабочее спокойствие персонала самоходных силосоуборочных машин. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 3-11.

С эргономической точки зрения при работе производительных самоходных машин на первый план выходит важная проблематика — прием зрительной информации, необходимой для управления машиной и рабочим процессом. Для такой работы необходимо обеспечить соответствующие условия, поскольку от них в значительной степени зависит не только фактическая производительность и качество работы машины, но и рабочее спокойствие обслуживающего персонала. Условия для непосредственного наблюдения и контроля за самим рабочим процессом глазом у подвижных сельскохозяйственных машин при конструктивной разработке машин брались без достаточных материалов. О состоянии познаний в этой области свидетельствует также общий недостаток отечественной и заграничной информации. Фактическое положение выходит из результатов измерения и наблюдения за 4 типами силосоуборочных комбайнов и анкеты, проводимой с обслуживающим персоналом машин. Речь идет о самоходном подборщике-измельчителе SPS-420, SPS-35 «Торон», E-280 и о самоходной рядковой жатке E-301. Цель работы заключается в объяснении проблем, с которыми надо при разработке новых машин считаться, чтобы обеспечить максимальную надежность системы человек — машина и защиту человеческого фактора, как самого слабого звена в этой системе.

самоходные силосоуборочные машины; прием зрительной информации, рабочее спокойствие

STANĚK, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Influence of Sight Conditions on the Working Easiness of Operators of Self-Propelled Forage Harvesters*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 3-11.

The operation of self-propelled heavy-duty machines includes important ergonomic aspects — among them it is the reception of sight information to operate the machine and to control the working process. It is therefore necessary to create good conditions for this activity because it has impacts not only on an operator's performance and on the quality of machine operation, but also on the working easiness of an operator. The conditions for direct observation and sight control of working process in self-propelled farm machines are not paid enough attention in the course of developing these machines. Poor knowledge in this sphere can be documented by a lack of domestic and foreign information. The real situation is illustrated by the results of measurements and observations of four types of forage harvesters and by the inquiry made with the operators. The self-propelled chopper-harvesters SPS-420, SPS-35 "Toron", E-280 and self-propelled windrower E-301 were used in the trials. The objective of the present study is to describe the problems which must be solved for the development and designing of new machines so that the maximum reliability of the system man — machine will be reached, along with the protection of human factor as the weakest element of this system.

self-propelled forage harvesters; reception of sight information; working easiness

STANĚK, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Einfluß der optischen Bedingungen auf Arbeitsbehaglichkeit des Bedienungspersonals der selbstfahrenden Maschinen für die Futterernte*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 3-11.

Von ergonomischen Gesichtspunkten während der Arbeit der leistungsfähigen selbstfahrenden Maschinen tritt in den Vordergrund eine bedeutsame Problematik — der Empfang optischer Informationen, die für die Betätigung der Maschine und für

die Steuerung des Arbeitsprozesses unerlässlich sind. Für diese Tätigkeit ist es nötig, erforderliche Bedingungen zu gewährleisten, denn von ihr sind nicht nur die Arbeitsleistung und die Arbeitsqualität der Maschine abhängig, sondern auch die Arbeitsbehaglichkeit des Bedienungspersonals der Maschine. Die Bedingungen für die direkte Verfolgung und für die optische Kontrolle des eigenen Arbeitsprozesses bei selbstfahrenden landwirtschaftlichen Maschinen werden während der Entwicklung der Maschinen ohne ausreichenden Unterlagen gesichert. Über den Stand der Erkenntnis auf diesem Gebiete zeugt auch der Gesamtmangel an inländischen und internationalen Informationen. Die reale Lage ist ersichtlich aus den Meß- und Beobachtungsergebnissen von vier Typen von Maschinen für die Futterernte und aus einer Umfrage mit Bedienungspersonal der Maschinen. Es handelt sich um die selbstfahrenden Exaktfeldhäcksler SPS-420, SPS-35 „Toron“, E-280 und den selbstfahrenden Schwadmäher E-301. Das Ziel der vorgelegten Arbeit liegt in der Erklärung der Probleme, die bei der Neuentwicklung von Maschinen gelöst werden müssen, damit die höchste Zuverlässigkeit des Systems Mensch — Maschine und der Schutz des menschlichen Faktors — als seines schwächsten Elements — gewährleistet wird.

Selbstfahrende Maschinen für die Futterernte; Empfang optischer Informationen; Arbeitsbehaglichkeit

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Staněk, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 69.307/257

SED traktormonitor type 955. Fabrikant: SED Systems Ltd, Canada. Bygholm, SjF 1982. 4 s., 1 obr. Meddelelse nr. 257. (Traktory — kontrolní přístroje — SED 955 — zkoušení — Dánsko — zprávy)

C 15.353/1982/155

Lenkersitz BOSTROM XL-BALTIC MK III W auf der Zugmaschine ISEKI TE 3210 F.

Wieselburg a. d. E., Bundesversuchs- und Prüfungsanstalt f. landw. Maschinen und Geräte 1982, 4 s., 2 obr. Prüfbericht 1982/155 (Traktorové sedačky — BOSTROM — XL — BALTIC MK III W — traktory kolové — ISEKI TE 3210 F — zkoušení — Rakousko — zprávy)

Traktorseilwinde Typ T 70.

C 15.353/1982/164

Hersteller: Fa. Gerätebau Huber GmbH., A-6850 Götzis. Wieselburg a. d. E., Bundesversuchs- u. Prüfungsanstalt f. landw. Maschinen u. Geräte 1982, 6 s., 3 obr. Prüfbericht 1982/164. (Navijáky traktorové — T 70 — zkoušení — Rakousko — zprávy)

Anhängevorrichtung — automatisch.

C 15.353/1982/23

Hersteller: Fa. Scharmüller GmbH und CO. KG., A-4870 Vöcklamarkt. Wieselburg a. d. E., Bundesversuchsanstalt f. landw. Maschinen 1982, 3 s., 2 obr. Prüfbericht 1982/23. (Závěsy traktorové — automatické — zkoušení — Rakousko — zprávy)

PUŠKARSKIJ, V. G. — ŠULMAN, I. M.

D 74.925

Proizvodstvennaja estetika v promyšlennom životnovodstve.

Moskva, Kolos 1982, 53 s. (Zemědělské stavby — živočišná výroba — estetika)

TVORBA OPTIMÁLNÍCH MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK V ZAKRYTÝCH PĚSTEBNÍCH POROSTECH PŘIROZENÝM VĚTRÁNÍM

B. Berounský

BEROUNSKÝ, B. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Tvorba optimálních mikroklimatických podmínek v zakrytých pěstebních porostech přirozeným větráním*. Zeměd. Techn., 31, 1984 (1): 13–20.

Vnitřní prostředí skleníků a foliových krytů je v letním období značně přehříváno slunečním zářením. Mikroklimatické podmínky při tom překračují únosnou mez pro práci lidí i pro pěstovanou vegetaci. Jednou z možností regulace mikroklimatických podmínek je přirozené větrání — aerace. V článku je uveden postup výpočtu aerace a způsob zjišťování charakteristického součinitele A , který hraje ve výpočtu aerace podstatnou roli. Dále je uveden příklad výpočtu aerace pro konkrétní foliový kryt a informativní přehled měrných hmotnostních průtoků vzduchu a poměrných ploch otvorů pro přívod a odvod vzduchu při aeraci. Jsou ukázány některé možnosti, jak situovat větrací otvory při aeraci.

zakryté pěstební plochy a prostory; skleníky; foliové kryty; mikroklima; aerace; plochy větracích otvorů

Tepelné zisky zakrytých pěstebních ploch (skleníků a foliových krytů) od sluneční radiace nestačí být v letním období eliminovány tepelnými ztrátami těchto pěstebních zařízení. Tepelné a vlhkostní mikroklima v nich dosahuje hodnot (zejména u tepelné složky), které se blíží mezi únosné pro lidi pracující v těchto zařízeních i pro rostliny v nich pěstované, popřípadě tuto mez překračují. Nevhodně se vyvíjí i horizontální a především vertikální rozložení faktorů tepelné vlhkostního mikroklimatu, zejména teplot vzduchu. V nesprávně konstruovaných a špatně větraných sklenících může teplota vzduchu dosáhnout 45 až 50 °C.

Je proto třeba prostředí v zakrytých pěstebních prostorech v letním období v době vysoké sluneční radiace ochlazovat, především v těch částech slunných dnů, kdy teploty vzduchu uvnitř skleníků a foliových krytů dosahují a přesahují únosné hodnoty. Jednou z možností ochlazování je větrání, které současně umožňuje regulovat i podíl oxidu uhličitého ve vzduchu a jeho vlhkostní poměry.

Z hlediska jednoduchosti zařízení, malých investičních a zejména provozních nákladů se jeví jako výhodné přirozené větrání. Pod tímto pojmem se rozumí výměna vzduchu v prostoru skleníku nebo foliového krytu tlakovou diferencí, působenou různou měrnou hmotností teplejšího vnitřního a chladnějšího venkovního vzduchu, popř. účinkem větru na skleník či foliový kryt.

Přirozené větrání umožněné vhodnou soustavou příváděcích a odváděcích otvorů, záměrně zřízenou a dimenzovanou pro odvod nadměrných tepelných zisků, představuje aerace (Berounský a Hromada, 1966).

Kromě již uvedených předností přirozeného větrání je výhodou aerace skutečnost, že se při ní průtok vzduchu sám do jisté míry přizpůsobuje změnám tepelné zátěže,

protože je od tepelné zátěže odvozen. Tlakové rozdíly mezi interiérem a exteriérem, vznikající přirozeně (tedy bez působení mechanických strojních zařízení) a způsobené rozdílem měrných hmotností vzduchu vně a uvnitř, jsou přímo vyvolány tepelnou zátěží větraného prostoru (interiéru).

Změnou průtoku vzduchu aerovaným prostorem, dosaženou změnou průřezu otvorů pro přívod a odvod vzduchu, popřípadě účinného výškového rozdílu os otvorů přiváděcích a odváděcích spolu se zmíněným autoregulačním vlivem tepelné zátěže, lze udržovat v pěstební oblasti teplotu vzduchu (teoreticky) na libovolné úrovni, vždy ovšem vyšší, než je teplota venkovního vzduchu. To je hlavní podstata regulačního zásahu do jakosti vnitřního ovzduší interiéru aerací. Omezujícím faktorem aerace je plocha pláště skleníku nebo foliového krytu, kterou je možné zřídít jako otevíratelnou. Omezujícím faktorem jakéhokoli větrání je maximálně přípustná rychlost proudění vzduchu v pěstební oblasti.

METODIKA

VÝPOČET AERACE

Smyslem výpočtu aerace je stanovit velikost otvorů pro přívod a odvod vzduchu, aby zaručily dodržení požadovaného rozdílu teploty vzduchu v pěstební oblasti a teploty vzduchu venkovního. Vychází se z předpokladu, že výpočtová teplota venkovního vzduchu je 25 °C (298 K), barometrický tlak 98 kPa, rychlost větru 0 m.s⁻¹ (Jokl, 1981; Směrnice pro výpočet aerace, 1980).

Při výpočtu aerace se používá součinitel A , který udává hmotnostní průtok vzduchu (v kg.s⁻¹) potřebného k odvedení 1 MW citelného tepelného zatěžovacího příkonu interiéru, aby byly dosaženy požadované teplotní podmínky. Citelný tepelný zátěžový příkon se předpokládá netto, tedy po odečtení všech tepelných ztrátových toků interiéru a vázaného latentního tepla. Teplotní podmínky představují rozdíl požadované teploty v interiéru a teploty venkovního vzduchu. Součinitel A závisí zejména na geometrických poměrech budov (v našem případě skleníků a foliových krytů) ve vztahu ke geometrickým poměrům tepelných zdrojů v nich umístěných, v našem případě sluncem ohřátých hmot a jejich povrchů. Zjišťuje se měřením na geometricky a technologicky podobných objektech. Výsledky měření se přepočítávají na jednotný rozdíl teplot vně a uvnitř interiéru (Berounský a Hromada, 1966; Berounský aj., 1977—1980; Jokl, 1981; Směrnice pro výpočet aerace, 1980).

Pro účely větrání teplých a horkých provozů v průmyslu a energetice byla již měřením zjištěna řada součinitelů A pro různé provozy. Tyto součinitele jsou seřazeny v tabulární podklady.

V zemědělství, v němž lze aerace užít nejen v případě větrání zakrytých pěstebních ploch, ale i pro větrání jiných objektů rostlinné a živočišné výroby, dosud nebyl výpočet pomocí součinitele A použit. Je proto třeba jej pro jednotlivé druhy interiérů stanovit experimentálně, na základě měření, popřípadě zjištěné hodnoty srovnávat s geometricky podobnými případy v průmyslu, s přihlédnutím k podobnosti technologií vzniku tepelné zátěže vnitřního prostoru, zejména jeho ovzduší.

Hmotnostní průtok vzduchu, potřebný k zajištění takového větrání, aby v pěstební zóně teplota vzduchu přesáhla nejvýše o ΔT K teplotu vzduchu venkovního, se stanoví ze vztahu:

$$M = Q_{\text{cit}} \cdot A_1 \cdot \Delta T^{-0,6} \quad (\text{kg.s}^{-1})$$

$$A = A_1 \cdot \Delta T^{-0,6}$$

kde: Q_{cit} — citelný tepelný tok (citelná složka celkového tepelného příkonu netto) (MW)
 A_1 — jednotkový součinitel, udávající hmotnostní průtok vzduchu potřebný k odvedení 1 MW
citelné složky tepelného zátěžového příkonu pro podmínku rozdílu teplot vzduchu
v pěstební zóně a venku $\Delta T = 1 \text{ K}$ ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \text{ MW}^{-1} \text{ K}^{0,6}$)
 A — součinitel A pro daný teplotní rozdíl ΔT

Jednotkový součinitel A_1 se zjišťuje měřením. Měří se teploty venkovního vzduchu t_e °C (aritmetický průměr v čase měření), střední teploty vzduchu v pěstební oblasti t_{po} °C (aritmetický průměr v prostoru celé pěstební oblasti a v čase měření) a teploty vzduchu odcházejícího z prostoru skleníku či foliového krytu t_o °C (aritmetický průměr v čase měření a v ploše odváděcích otvorů).

Součinitel A_1 je dán vztahem:

$$A = 995 \frac{(t_{po} - t_e)^{0,6}}{t_o - t_e}$$

kde: $t_{po} - t_e$ — střední hodnota zjištěná z průměrných hodnot t_o a t_e , rovná skutečnému střednímu ΔT zjištěnému při měření (K)
 $t_o - t_e$ — střední hodnota zjištěná z průměrných hodnot t_o a t_e (K)

Cílem výpočtu aerace je stanovit velikost ploch otvorů pro přívod a odvod větracího vzduchu.

Aby mohlo být dosaženo tohoto cíle, je kromě již změřeného hmotnostního průtoku M třeba znát i účinný tlak aerace, který určíme vztahem:

$$\Delta p = h (q_e - q_i) \cdot g \quad (\text{Pa})$$

kde: h — vertikální vzdálenost os přívodních a odvodních otvorů (m)
 q_e — měrná hmotnost venkovního vzduchu ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
 q_i — měrná hmotnost vnitřního vzduchu ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
 g — tíhové zrychlení ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

q_e odpovídá teplotě venkovního vzduchu t_e , q_i odpovídá teplotě vnitřního vzduchu t_i .

$$t_i = \frac{t_{po} + t_o}{2} = \frac{t_e + \Delta T + t_o}{2} \quad (^\circ\text{C})$$

Hodnotu t_o určíme ze vztahu:

$$t_o = t_e + \frac{995 \cdot \Delta T^{0,6}}{A_1} \quad (^\circ\text{C})$$

Účinný tlak Δp se rozděluje na tlak Δp_p , působící v otvorech pro přívod vzduchu, a na tlak Δp_o , působící v otvorech pro odvod vzduchu, a to podle polohy neutrální osy. Pro skleníky a foliové kryty lze polohu neutrální osy stanovit v polovině vzdálenosti h . Pak:

$$\Delta p_p = \Delta p_o = \frac{\Delta p}{2} \quad (\text{Pa})$$

Plocha otvorů pro přívod vzduchu se určí ze vztahu:

$$S_p = \frac{M}{\mu_p \sqrt{2 q_e \cdot \Delta p_p}} \quad (\text{m}^2)$$

Plocha otvorů pro odvod vzduchu se určí ze vztahu:

$$S_o = \frac{M}{\mu_o \sqrt{2 q_o \cdot \Delta p_o}} \quad (\text{m}^2)$$

Průtokový součinitel μ_p a μ_o se volí shodný — o velikosti 0,5.

VLASTNÍ PRÁCE

V rámci měření charakteristických mikroklimatických parametrů a ověřování funkce větrání foliových krytů na pozemku Vysoké školy zemědělské v Praze-Tróji v roce 1982 byla dne 15. 9. 1982 informativně měřena aerace a byl zjištěn součinitel A_1 . K měření použitý foliový kryt byl 13,5 m dlouhý, 8,8 m široký a 3,25 m vysoký. Jeho konstrukce byla potažena dvojitou folií. Kryt nebyl nuceně větrán. Při měření bylo zjištěno přirozené větrání s přívodem vzduchu dveřmi v jednom čele a otevřenou lunetou v horní části druhého čela.

Měřením byly zjištěny střední hodnoty

$$\begin{aligned} t_e &= 25,40 \text{ }^\circ\text{C} & t_{po} &= 26,98 \text{ }^\circ\text{C} & t_o &= 29,40 \text{ }^\circ\text{C} \\ rh_e &= 45,8 \% & rh_{po} &= 65,5 \% & rh_o &= 61,3 \% \text{ (relativní vlhkosti)} \\ x_e &= 9,5 \text{ (g.kg}^{-1} \text{ s. v)} \text{ (měrná vlhkost vzduchu — vodní obsah)} \\ x_{po} &= 15,0 \text{ (g.kg}^{-1} \text{ s. v)} \text{ (měrná vlhkost vzduchu — vodní obsah)} \\ x_o &= 16,2 \text{ (g.kg}^{-1} \text{ s. v)} \text{ (měrná vlhkost vzduchu — vodní obsah)} \\ t_{po} - t_e &= \Delta T = 1,58 \quad (\text{K}) \\ t_o - t_e &= 4,0 \quad (\text{K}) \\ A_1 &= 995 \frac{1,58^{0,6}}{4} = 327,3 \quad (\text{kg.s}^{-1} \cdot \text{MW}^{-1} \cdot \text{K}^{0,6}) \end{aligned}$$

Zjištěný součinitel A_1 je nutné považovat za hodnotu vztahující se k popsanému typu foliového krytu, zejména pokud se týká jeho průřezu kolmého na podélnou osu krytu a k foliovým krytům či skleníkům s geometrickým podobným průřezem.

Hodnota $327,3 \text{ kg.s}^{-1} \cdot \text{MW}^{-1} \cdot \text{K}^{0,6}$ součinitele A_1 odpovídá zařazení do kategorie VII součinitelů A_1 v průmyslových provozech (Berounský aj., 1977–1980). V této kategorii jsou provozy se zdroji tepla plošně rozloženým po celé půdorysné ploše, u nichž délkové rozměry půdorysu zdroje tepla převažují nad rozměry výškovými. Jako příklad pro srovnání lze uvést např. lámací plošiny u skláren na výrobu plochého skla nebo lící a chladicí pole sléváren radiátorových článků a tvarovek (oba případy se vyznačují součinitelem A_1 v rozsahu 300 až $345 \text{ kg.s}^{-1} \cdot \text{MW}^{-1} \cdot \text{K}^{0,6}$) — (Berounský aj., 1977 až 1980; Směrnice pro výpočet aerace, 1980). Je třeba zdůraznit, že na velikost součinitele A_1 , resp. A , nemá vliv velikost tepelné zátěže Q , resp. q , ale jen geometrie vnitřního zdroje tepla (Berounský a Hromada, 1966; Berounský aj., 1972–1975; 1977–1980; Jokl, 1981; Směrnice pro výpočet aerace, 1980). Za vnitřní zdroj tepla, který působí aerační výměnu vzduchu v zakrytých pěstebních plochách, lze považovat slunečním zářením ohřátou půdu a porost.

V dalším textu je užit zjištěný součinitel A_1 pro určení velikosti větracích ploch.

Určení velikosti hmotnostního průtoku vzduchu: při měření činil celkový střední tepelný tok vnitřní zátěže osluněním 185 W/m^2 (měření se konalo v září, kdy byla vnější sluneční zátěž osluněním, a měření probíhalo ve foliovém krytu s dvojitou folií; folie byla po ročním provozu zašpiněná). Složka citelného tepla byla zjištěna ze stavu odváděného a přiváděného vzduchu, a to pro jeden kilogram při měření vyměňovaného vzduchu (Berounský a Hromada, 1966)

$$Q_{\text{cit}} = c_{PL} \cdot \Delta T = \frac{1,01 + x \cdot 1,84}{1 + x} \cdot 4 = 4,083 \quad (\text{kJ.kg}^{-1})$$

kde: c_{pL} — měrné teplo vlhkého vzduchu při měrné vlhkosti $x_0 = 16,2$ (g.kg⁻¹ s.v)
 $Q_{\text{výp}}$ — (složka výparného tepla) = $x \cdot 10^{-3} \cdot l = 0,067 \cdot 2437 = 16,328$ (kJ.kg⁻¹)
 l — výparné teplo vody při teplotě 27 °C (kJ.kg⁻¹)

V měřeném případě činí složka citelného tepla 0,2 celkového tepelného zatěžovacího toku uvnitř foliového krytu, tedy $37 \cdot 10^{-6}$ MW.m⁻². 0,8 připadá na vázané teplo v důsledku evapotranspirace.

Za stavu větracího vzduchu, který existoval při měření, by měrné plochy přívodních a odvodních otvorů (vztahované na 1 m² půdorysné plochy foliového krytu) při správně navržené aeraci měly činit

$$s_p \text{ měřený případ} = 0,0372 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$$

$$s_o \text{ měřený případ} = 0,0375 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$$

Pro daný foliový kryt tak musí celková plocha pro přívod vzduchu aeraci činit:

$$S_p = 4,419 \text{ m}^2$$

plocha pro odvod vzduchu aeraci pak má činit:

$$S_o = 4,455 \text{ m}^2$$

DISKUSE A ZÁVĚRY

Pro praktické použití aerace musíme stanovit požadovaný teplotní rozdíl ΔT . Vycházejme-li z vypočtené venkovní teploty vzduchu $t_e = 25$ °C a z předpokladu, že maximální teplota t_e , při níž uplatníme jen aeraci, může dosáhnout hodnoty 32 °C, a z požadavku, aby teplota vzduchu v pěstební oblasti nedosáhla 40 °C, volíme ΔT rovno 3 nebo 5 K. Při teplotách t_e nad 32 °C se počítá s uplatněním náhradních opatření, jako je stínění zakrytých pěstebních ploch, ochlazování vnitřního vzduchu mlžením nebo nuceným větráním. Pokud lze s nasazením těchto opatření počítat již při $t_e = 29-30$ °C, můžeme zvolit ΔT i 10 K. Pro některé skleníky (podle druhu vegetace) je kritická teplota t_{po} již 30 °C. Pak musíme brát ΔT 3 K a od teploty $t_e = 26-27$ °C je nutné počítat s nasazením náhradních opatření.

Dále je nutné určit výpočtový tepelný zátěžový tok citelným teplem, resp. měrný zátěžový tok citelným teplem q_{cit} MW.m⁻², vztahovaný na jednotku půdorysné plochy zakrytého pěstebního prostoru. Jako s maximem lze počítat s celkovým tepelným tokem 600 W.m⁻² uvnitř prostoru, čemuž odpovídá $q_{cit} = 0,00012$ MW.m⁻². Pro úplnost jsou uvedeny i hodnoty nižší, odpovídající středním podmínkám, a to 500 W.m⁻² ($q_{cit} = 0,0001$ MW.m⁻²) a 300 W.m⁻² ($q_{cit} = 0,00006$ MW.m⁻²).

Uvedené hodnoty měrného zátěžového toku citelným teplem byly stanoveny za zjednodušujícího předpokladu 20% podílu citelné složky v celkové tepelné zátěži, který byl v daném případě zjištěn měřením. Ve skutečnosti závisí tento podíl na druhu rostlin, jejich stáří, na tepelných a vlhkostních poměrech a dalších faktorech ovlivňujících evapotranspirační komplex. Proto lze hodnoty q_{cit} i hmotnostní průtoky větracího vzduchu a plochy průřezů větracích otvorů z nich stanovené považovat jen za informativní. Protože však uvedené veličiny (průtoky a plochy) jsou na tepelné zátěži závislé lineárně, bude možné po získání znalostí skutečného podílu citelného tepla v konkrétních případech hodnoty těchto veličin upravit násobením příslušným koeficientem. Rovněž tak jiný charakteristický jednotkový součinitel A_1 lze zohlednit násobením hodnot těchto veličin koeficientem, protože zmíněné veličiny i na něm závisí lineárně.

I. Měrné hmotnostní průtoky vzduchu m ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) — Specific mass flows of air m (kg per s/m^2)

Rozdíl teplot vzduchu uvnitř (v pěšební zóně) a vně skleníku či foliového krytu ΔT	Měrná tepelná zátěž citelným teplem q_{eit} ($\text{MW} \cdot \text{m}^{-2}$)			
	0,000037	0,00006	0,0001	0,00012
3	0,0063	0,0102	0,0169	0,0203
5	0,0046	0,0075	0,0125	0,0150
10	0,0030	0,0049	0,0082	0,0100

II. Poměrné plochy otvorů pro přívod vzduchu (s_p) při aeračním větrání zakrytých pěšebních ploch (v m^2 na 1 m^2 půdorysné plochy skleníku nebo foliového krytu) — Proportional areas of air inlet holes (s_p) in aeration ventilation of sheltered cultures (in m^2 per 1 m^2 floor space of a glasshouse or plastic greenhouse)

Rozdíl teplot vzduchu uvnitř (v pěšební zóně) a vně skleníku či foliového krytu ΔT	Měrná tepelná zátěž citelným teplem q_{eit} ($\text{MW} \cdot \text{m}^{-2}$)			
	0,000037	0,00006	0,0001	0,00012
3	0,0153	0,0248	0,0414	0,0497
5 (plochy nekorigované)	0,0092	0,0150	0,0250	0,0300
5 (plochy korigované)	0,0154	0,0250	0,0416	0,0498
10 (plochy nekorigované)	0,0046	0,0076	0,0127	0,0146
10 (plochy korigované)	0,0078	0,0128	0,0214	0,0246

III. Poměrné plochy otvorů pro odvod vzduchu (s_o) při aeračním větrání zakrytých pěšebních ploch (v m^2 na 1 m^2 půdorysné plochy skleníku nebo foliového krytu) — Proportional areas of air outlet holes (s_o) in aeration ventilation of sheltered cultures (in m^2 per 1 m^2 floor space of a glasshouse or plastic greenhouse)

Rozdíl teplot vzduchu uvnitř (v pěšební zóně) a vně skleníku či foliového krytu ΔT	Měrná tepelná zátěž citelným teplem q_{eit} ($\text{MW} \cdot \text{m}^{-2}$)			
	0,000037	0,00006	0,0001	0,00012
3	0,0155	0,0251	0,0419	0,0502
5	0,0092	0,0152	0,0254	0,0305
10	0,0048	0,0078	0,0130	0,0156

V tab. I jsou přehledně zařazeny měrné hmotnostní průtoky vzduchu m v $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ na 1 m^2 půdorysné plochy zakryté pěstební plochy s jednotkovým charakteristickým součinitelem $A_1 = 327,3 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{MW}^{-1} \cdot \text{K}^{0,6}$ pro různé hodnoty q_{cit} a ΔT .

V tab. II jsou uvedeny poměrné plochy otvorů pro přívod vzduchu (s_p). Protože rychlost proudění vzduchu v produkční a pracovní oblasti by neměla překročit hodnotu $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, byly ty plochy, v nichž by rychlost proudění vzduchu překročila $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, korigovány. V pěstební a pracovní oblasti tak vždy bude rychlost proudění vzduchu ještě nižší. U korigovaných ploch pak můžeme předpokládat nižší ΔT (např. u ΔT_5 kor okolo 3 K , u ΔT_{10} kor mezi 5 a 10 K).

V tab. III jsou uvedeny poměrné plochy otvorů pro odvod vzduchu (s_o).

Otvory pro přívod vzduchu o ploše S_p (dané součinitelem měrné plochy s_p a půdorysné plochy skleníku či foliového krytu) lze zajistit u skleníků např. otevíranými křídly v dolní části skleníku (podél obou celých bočních částí), u foliových krytů vyhrnutím folie u obou boků krytu nebo lehkými foliovými větracími křídly, ovládanými např. samočinně působícím ovládacím zařízením (podle družstva LIKOV Liberec), pro jehož činnost je impulsem intenzita solární radiace.

Otvory pro odvod vzduchu lze u skleníků zajistit otevíranými křídly v hřebeni skleníku, u kratších foliových krytů v horní části čel, u delších foliových krytů otvory podél celého hřebenu. Přirozené větrání zakrytých pěstebních ploch (prostorů) je reálné a bude je možné využívat zejména u nových typů skleníků a foliových krytů přizpůsobených pro tento účel (opatřených příslušnými větracími otvory, podle potřeby uzavíratelnými). U dosavadních typů je možné počítat i s nuceným větráním, které by přirozené větrání posílilo. Posilovacího účinku nuceného větrání lze využít i jako jednoho z náhradních opatření, o nichž byla zmínka.

Literatura

BEROUNSKÝ, B. — HROMADA, J.: Zjišťování součinitelů A , charakteristických pro výpočet množství větracího vzduchu při aeraci skláren. Sklář a Keramik, XVI, 1966, č. 9.

BEROUNSKÝ, B. a kol.: Stanovení systémů oblastního větrání a výpočtových způsobů, zkoumání faktorů ovlivňujících jejich účinnost. [Zprávy o výzkumu.] Praha, Výzk. ústav bezpečnosti práce 1972—1975.

BEROUNSKÝ, B. a kol.: Systémy regulace mikroklimatu a ovzduší pracovišť. [Zprávy o výzkumu.] Praha, Výzk. ústav bezpečnosti práce 1977—1980.

JELÍNKOVÁ, H. — BEROUNSKÝ, B. — HUTLA, P. — ČISTÍNOVÁ, T.: Ověření nového způsobu klimatizace a ozařování ve sklenících. [Dílčí zpráva Z-1862.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1983.

JOKL, M.: Interní mikroklima, větrací a klimatizační technika pro stavební inženýry (2. díl). Praha, ČVUT 1981.

Směrnice pro výpočet aerace. Praha, Uniprojekt 1980.

Došlo dne 7. 9. 1984

БЕРОУНСКИЙ, Б. (Научно-исследовательский институт сельхозтехники, Прага - Ржепы): Создание оптимальных микроклиматических условий в посевах закрытого грунта при помощи естественной вентиляции. Земед. Techn., 31, 1985 (1): 13-20.

Внутренний воздух теплиц и пленочных сооружений летом значительно перегревается солнечными лучами. Микроклиматические условия при этом выходят за границу допуска для работы людей и для самой вегетации. Одной из возможностей регулирования микроклиматических условий является естественная вентиляция — аэрация. В статье приводится по-

рядок расчета аэрации и способ определения характеристического коэффициента A , который при расчете аэрации играет существенную роль. Далее приводится пример расчета аэрации для конкретного пленочного сооружения, а также информативный обзор удельного расхода (по массе) воздуха и относительных площадей отверстий для подачи и выпуска воздуха при аэрации. Приводятся некоторые возможности расположения вентиляционных отверстий при аэрации.

площади и пространства под пленкой; теплицы; пленочные сооружения; микроклимат; аэрация; площади вентиляционных отверстий

BEROUNSKÝ, B. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepý): *Natural Ventilation Helps to Create Optimum Microclimatic Conditions in Sheltered Cultures*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1) : 13-20.

The inside environment of glasshouses and plastic greenhouses is overheated in the summer period by solar radiation. Microclimatic conditions exceed the tolerable limit for the work of people and for the crops. One of the possibilities of controlling the microclimatic conditions is natural ventilation — aeration. A procedure of aeration calculation is described, along with the method of determining coefficient A which plays an important role in the calculation of aeration. An example is mentioned of the calculation of aeration for a given plastic greenhouse, along with the information on specific mass flows of air and on proportionate areas of air inlet and outlet holes. Several modes of air holes placement are described.

sheltered cultures; glasshouses; plastic greenhouses; microclimate; aeration; areas of ventilation holes

BEROUNSKÝ, B. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepý): *Bildung von optimalen mikroklimatischen Bedingungen in verdeckten Anbaubeständen durch natürliche Lüftung*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1) : 13-20.

Der Innenraum von Gewächshäusern und Foliengewächshäusern wird in der Sommerperiode durch Sonnenstrahlung erheblich überhitzt. Die mikroklimatischen Bedingungen überschreiten damit die zusagende Grenze für die Arbeit und auch für den angebauten Pflanzenwuchs. Eine der Möglichkeiten zur Regelung der mikroklimatischen Bedingungen ist die natürliche Lüftung. Im Artikel wird ein Berechnungsverfahren der Belüftung und eine Methode der Ermittlung des charakteristischen Koeffizienten A angeführt, der in den Belüftungsberechnungen eine wichtige Rolle spielt. Weiterhin wird ein Beispiel der Belüftungsberechnung für ein konkretes Foliengewächshaus und eine informatorische Übersicht der spezifischen Massendurchflüsse der Luft und relativen Öffnungsflächen für die Luftzufuhr und Luftabfuhr während der Belüftung angeführt. Es werden einige Möglichkeiten der Anordnung der Öffnungsflächen während der Belüftung gezeigt.

verdeckte Anbauflächen und Anbauräume; Gewächshäuser; Foliengewächshäuser; Mikroklima; natürliche Lüftung; Flächen der Lüftungsöffnungen

Adresa autora:

Ing. Bronislav Berounský, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepý

ROZVOJ TEORIE ZKOUŠENÍ MOBILNÍCH MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDKŮ V NÁHODNĚ PROMĚNNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH PODMÍNKÁCH

A. Andert

ANDERT, A. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Rozvoj teorie metod zkoušení mobilních mechanizačních prostředků v náhodně proměnných zemědělských podmínkách*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1) : 21-34.

Účelem rozboru poznatků získaných ze široce založených pokusů s různými mobilními agregáty bylo zjistit rozsah vlivu náhodně proměnných podmínek v československém zemědělství na energetickou náročnost potřebnou pro zabezpečení chodu těchto agregátů při dodržení stanovené jakosti práce. Z výsledků rozboru vyplynula potřeba zdokonalit jak teorii konstrukce potřebných strojů, tak teorii jejich zkoušek. Postupná realizace výsledků těchto teorií v praxi umožní urychlit vývoj mobilních mechanizačních prostředků v tom smyslu, aby ze stejného množství materiálu a při stejné pracnosti byla vyráběna výkonnější a hospodárnější technika. Nová teorie zkoušení zemědělské techniky vyžaduje takovou novelizaci národních i mezinárodních standardů, aby motory a stroje byly zkoušeny podle účelu a podle pracovních podmínek, za kterých budou pracovat.

energetická bilance; náhodně proměnné pracovní podmínky; teorie konstrukce; teorie zkoušení; zkušební národní a mezinárodní standardy

Dokonalejší a přesnější zkušební metody jsou potřebné především k lepšímu výzkumnému objasnění a vytyčení směrnic, popřípadě parametrů pro konstrukci nových mechanizačních prostředků. Zároveň představují základ, z něhož se vychází při vypracovávání nových vhodných metod pro zkoušení a posuzování těchto nových mechanizačních prostředků.

Poznatky získané při výzkumu potřeby energie k mechanizaci různých pracovních a dopravních úkolů při používání mobilních i stacionárních mechanizačních prostředků (Andert, 1966—1972) ukázaly na nedostatky dosavadního statického pojetí při hodnocení obtížnosti práce mechanizačních prostředků na jednom pozemku ve vztahu k jeho použití v různých zemědělských výrobních oblastech.

Statické pojetí sice bralo v úvahu velký rozsah obtížnosti, při které mechanizační prostředek musí vykonávat pracovní úkoly v požadovaných parametrech, ale jen na jednom pozemku (nebo přepravní trase atd.). Takové hledisko se pak promítlo i u zkušebních metod mechanizačních prostředků (celých i jejich částí jako motorů, traktorů, samojízdných strojů), zjišťujících či ověřujících, popřípadě jen testujících jejich určité pracovní parametry, na jejichž základě měla být posouzena vhodnost zkoušeného mechanizačního prostředku pro mechanizaci v určité výrobní zemědělské oblasti.

Takto získané údaje neposkytly informace zemědělským odborníkům v jednotlivých výrobních oblastech o skutečných výkonnostních nebo ostatních parametrech, kterých bude dosahováno v provozu jejich podniku. Skutečné parametry bývaly podle výrobní zemědělské oblasti až o 30 až 40 % nižší.

METODICKÝ POSTUP

Na základě rozboru dosavadních směrnic a způsobů konstrukce mobilních mechanizačních prostředků i na základě rozboru metod jejich zkoušení bude navržen nový směr v teorii metod zkoušení traktorů, zemědělských strojů a celých linek, aby tak dokonaleji a hospodárněji pracovaly v náhodně proměnných podmínkách různých zemědělských výrobních oblastí.

ROZBOR DOSAVADNÍCH SMĚRNIC A ZPŮSOBŮ KONSTRUKCE, ZKOUŠENÍ A HODNOCENÍ PRACOVNÍ ČINNOSTI MOBILNÍHO ZEMĚDĚLSKÉHO MECHANIZAČNÍHO PROSTŘEDKU

Odborníky v zemědělské technice i pracovníky na školách doporučované dosavadní směrnice, které mají zajistit vysokou hospodárnost práce zemědělského mobilního mechanizačního prostředku, mají tyto základní rysy:

A. Připouští se, že pracovní podmínky na různých polích jsou odlišné, ale předpokládá se, že pro jedno pole se jen nepatrně mění. Větší změna se připouští jen u těch mechanizačních prostředků, které se během jízdy naplňují nebo vyprázdňují. Tento předpoklad ovlivnila nejen směrnice pro provoz mobilních mechanizačních prostředků, ale i směrnice pro jejich konstrukci a zkoušení. Proto metodika zkoušení traktorů, nejružnějších zemědělských strojů i celých linek vyžaduje, aby jejich pracovní činnost, výkonnost a potřebný příkon energie byly měřeny na vybraných úsecích, na nichž jsou pokud možno stejnoměrné pracovní podmínky (vlhkost, jakost porostu atd.). Často se požaduje, aby i terénní podmínky byly vyrovnané, nejčastěji se doporučují rovinné úseky. Na takovýchto úsecích se dělají zkoušky při konstantní rychlosti, aby tak podávání materiálu ke stroji pro zpracování bylo plynulé.

B. Za nejvhodnější je považována práce mobilního mechanizačního prostředku tehdy, blíží-li se hodnota jeho potřeby příkonu pro pohon co nejvíce hodnotě jmenovitého výkonu jeho motoru. Této myšlence se má podrobit celý způsob sestavování agregátu i organizace práce s mobilními mechanizačními prostředky. Směrnice o „nejvyšším využití jmenovitého výkonu motoru“ pak ovlivňovala jak parametry motoru mobilního mechanizačního prostředku, tak parametry celého energetického zařízení, jako je traktor, ale měla i přímý vliv na konstrukci zemědělského stroje a nařadí a na organizaci práce.

Uvedené názory se pak projevíly v konstrukci a používání mobilních mechanizačních prostředků hlavně v těchto bodech:

MOTOR

1. Motor traktoru byl konstruován a upraven tak, aby mohl při jmenovitém výkonu pracovat trvale nebo alespoň několik hodin. Bližší pod-

mínky pro trvalé zatížení při jmenovitém výkonu jsou patrný z předpisů pro zkoušení traktorových motorů nebo z technických přejímacích podmínek. Proto nebyly motory ani u jedné výkonové třídy vybavovány zařízením pro ochranu proti jejich tepelnému přetížení. Směrnice pro konstrukci motoru byla stejná jak pro motory s malým výkonem, tak i pro motory určené do traktorů s nejvyšším výkonem, ačkoli jsou pro ně zcela jiné podmínky pro vytížení traktoru. Pokud byl motor konstruován tak, že mohl pracovat i při vyšších otáčkách, popř. i vyšším krátkodobém zatížení (např. motor určený pro nákladní automobil apod.), byl pro práci traktoru jeho výkon seškracen tím, že mu byly sníženy otáčky i dodávka paliva, potřebné k tomu, aby mohl trvale pracovat. Zároveň byl vybaven jiným typem regulátoru, popřípadě jiným vstřikovacím čerpadlem. Místo omezovacího regulátoru je používán regulátor výkonostní, umožňující během provozu nastavit plynule libovolné otáčky, které regulátor automaticky udržuje v přípustném rozsahu i při proměnném zatížení motoru. Čerpadlo pak je upraveno tak, aby s klesajícími otáčkami dodávalo vyšší množství paliva na jeden vstřík. Tím se zajistí vzestup krouticího momentu, odpovídající jmenovitému výkonu. Tato úprava dodávky měla zajistit při poklesu otáček asi o 30 až 40 % vzestup krouticího momentu až o 15 %.

2. Nebyly stanoveny požadavky na velikost momentu setrvačnosti motoru, ani požadavky na doplňkové zařízení umožňující ve větší míře akumulovat energii v otáčivém pohybu jejich součástí.

3. Pod vlivem směrnice o snižování měrné hmotnosti traktoru se přistupovalo i ke snížení měrné hmotnosti motoru, a to hlavně tím, že se současně snižoval moment setrvačnosti rotujících součástí na motoru (hlavně moment setrvačnosti setrvačníku, jehož rozměry se snížily).

TRAKTOR

Traktor byl řešen tak, aby při různých rychlostech umožnil využití maximálního výkonu motoru při plynulém odběru výkonu. Při provozu traktoru v agregaci s příslušným zemědělským strojem či nářadím byl kladen největší důraz na to, aby mohl pracovat různými pracovními rychlostmi při nejvyšším tahovém výkonu. Tento požadavek se pak projevil (mimo dříve uvedenou nutnost, aby motor zajistil stoupání krouticího momentu s klesajícími otáčkami maximálně zatíženého motoru) jednak v konstrukci převodového ústrojí se širokou škálou převodových stupňů, jednak v konstrukci pojezdového ústrojí, které bylo řešeno tak, aby zajistilo dobrou soudržnost s podložkou, a tím i možnost vyvodit značné tahové síly při různých stavech podložky. Současně měl traktor umožnit využití vlastnosti motoru, že s klesajícími otáčkami vzrůstal při přetížení krouticí moment, a to v tom směru, aby obdobně vzrůstala tahová síla na jednotlivý převodový stupeň od hodnoty odpovídající maximálnímu tahovému výkonu — opět alespoň o 15 %.

Zkoušky traktoru, které mají prověřit jeho vhodnost pro práce v zemědělství, jsou opět charakterizovány pro každou dílčí zkoušku stálou zatěžovací tahovou silou, často vyvolanou speciálním zatěžovacím zařízením (brzdící agregát), kterým se zajišťuje dodržení nastavené hodnoty tahové síly během celé jízdy na měřeném úseku dráhy.

Vliv náhodně proměnného pracovního odporu při rovnoměrném pohybu zkoušeného traktoru, a tím i vliv proměnného odběru tahového výkonu nebyl brán při zkouškách v úvahu, obdobně jako vliv proměnného odběru energie přes vývodový hřídel nebo proměnný odběr energie přes řemenici traktoru.

Při tahových zkouškách traktoru na poli byl vzat v úvahu jen vliv náhodně proměnných podmínek podložky na valivý odpor zkoušeného traktoru a vliv náhodných změn vlastností podložky na tahové vlastnosti traktoru, ovšem bez bližšího rozboru.

SESTAVOVÁNÍ NEBO POUŽÍVÁNÍ MOBILNÍHO AGREGÁTU

Celková výuka při školení techniků pro sestavování agregátů vycházela opět ze statistického chápání stavu různých pracovních podmínek na jednom poli, pro které má být sestaven mobilní agregát nebo sestaven samojízdný zemědělský stroj. Zároveň byla výuka zaměřena na organizační práce při různých převodových stupních mobilního mechanizačního prostředku, jejímž výsledkem by mělo být dosažení nejvyššího stupně využití motoru, a tím zajištění vysoké hospodárnosti.

Ve výkonové bilanci traktoru či celého agregátu se počítá jen s dynamickými jevy při rozjezdu.

Pro bližší rozbor energetiky mobilního agregátu při práci se připouští jen určitý okrajový význam proměnnosti pracovních podmínek. Tato proměnnost s vysokou frekvencí 2 až 10 c.s⁻¹ je kryta energií setrvačnicku s dlouhodobou cykličností, u níž se předpokládá krytí nerovnoměrností výkonu motoru, hlavně v jeho přetěžovací charakteristice. Tyto poznatky, uvedené v různých literaturách, se opírají hlavně o zjištění akademika Boltinského (1949).

Posoudíme-li však blíže údaje o zkouškách, ze kterých byly podklady získány, zjistíme, že se opět jedná o měření krátkých úseků na poli, což ovlivnilo posouzení celkového významu těchto náhodných proměn pracovních podmínek na celkovou práci mobilního mechanizačního prostředku a jeho energetického zařízení na jednom poli. Je to patrné např. z názoru, který uvádí Grečenko (1964), že při orbě lze dosáhnout toho, aby jmenovitý výkon motoru byl využit na 85 až 92 %. Tento vysoký výkon ukazuje, že nerovnoměrnost pracovních podmínek nehraje u nás při orbě velký význam.

Na základě předpokladů o možnosti dosáhnout vysokého využití motoru mobilního mechanizačního prostředku (a tím vysoké pojezdové rychlosti mobilního mechanizačního prostředku i jeho vysoké výkonosti) byly vypracovány různé ekonomické studie o předpokládané hospodárnosti různých mobilních mechanizačních prostředků. Mimo to byly vypracovány různé návrhy výkonových norem, které měly být v zemědělských podmínkách při vysokém využití motoru plněny.

Provozní pokusy s různými agregáty pak potvrdily, že význam proměnných pracovních podmínek na jednom poli nebyl zatím vždy dostatečně doceněn ani vědeckými pracovníky, ani konstruktéry mobilních mechanizačních prostředků. To vyvolalo potřebu tuto problematiku blíže objasnit a navrhnout a vyrobit vhodnou a dostupnou měřicí techniku.

ROZBOR VLIVU NÁHODNĚ PROMĚNNÝCH PRACOVNÍCH PODMÍNEK V ZEMĚDĚLSTVÍ NA ENERGETICKOU BILANCI RŮZNÝCH MOBILNÍCH MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDKŮ

ANALÝZA POZNATKŮ O DRUZÍCH, PŘÍČINÁCH I ROZSAHU VLIVU
NÁHODNĚ PROMĚNNÝCH PRACOVNÍCH PODMÍNEK

Při bližší analýze poznatků, získaných na základě širokých experimentálních pokusů v letech 1966 až 1972 ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky (A n d e r t, 1968—1972) s různými mobilními mechanizačními prostředky při rozličných pracích a za různých pracovních podmínek, se potvrzuje nevhodnost dosavadního statického pojetí obtížnosti pracovní činnosti zemědělského agregátu nebo samojízdného zemědělského stroje jak při práci na jednom poli, tak při organizování dopravy mezi dvěma přepravními místy. Vyplynulo to především ze zjištění, že náhodnost změn pracovních podmínek na jednom poli nebo v jednom dopravním cyklu, ovlivňující potřebu příkonu, má na velikost proměny příkonu podstatně větší vliv, než se dosud předpokládalo. Je to tím, že proměna příkonu je ovlivňována mnoha činiteli v podstatně větším měřítku, než jak uvádějí různí autoři (B o l t i n s k i j, 1949 a jiní).

Proměnnost příkonu je ovlivňována především:

- rozdílností druhů půd;
- rozdílností mechanického složení půd, stavu povrchu podložky, velikostí a obsahem organických látek a jejich vazbou s půdou;
- proměnným množstvím materiálu, který je dodáván do stroje ke zpracování, vznikajícím změnou záběru, hloubkou zpracovávané vrstvy půdy, proměnností výnosů, nestejnomyšlností podávání materiálu ke zpracování (bývá ovlivněno podávacím ústrojím, otáčením stroje na souvratí, popřípadě přepínáním členů agregátu nebo plněním jejich zásobníků);
- technickou proměnností materiálu určeného ke zpracování (vlhkost, stav určený větráním zpracovávané kultury, uspořádání atd.);
- různou technologickou jakostí práce;
- mikroreliéfem podložky a celkovým charakterem terénního uspořádání pole nebo dráhy, po které se mobilní agregát pohybuje (např. různý typ vozovky aj.);
- proměnnou hmotností mobilního mechanizačního prostředku (v důsledku nakládání, skládání atd.);
- nerovnoměrností pohybu, způsobenou proměnným prokluzem nebo vypínáním pojezdového ústrojí v důsledku subjektivních (náhodných) **činitelů a překážek působících** na řidiče při práci jak na poli, tak při dopravě po cestě atd.

K těmto změnám pracovních podmínek při jízdě stroje po poli nebo po cestě přistupuje během práce ještě náhodný výskyt přestávek vyplývajících z jeho zařazení do těsně na sebe navazující strojové linky (např. sklízecí stroj pracující na poli navazuje na dopravní linku atd.), který je ve své činnosti rovněž ovlivňován náhodnými změnami pracovních podmínek.

Některé z těchto vlivů na pohyb mechanizačního prostředku po poli nebo po dopravním úseku mají zákonitý charakter (např. svahovitost, proměnnost různých typů vozovek při dopravě atd.). Protože však je obtížné zjistit zákonitost těchto vlivů, považujeme celkový děj práce mobilního mechanizačního prostředku během jeho časového použití za náhodný z hlediska vlivu proměnných pracovních podmínek (A n d e r t, 1968).

Promítneme-li tyto vztahy alespoň do základů rovnice pro výkonovou bilanci pohybujícího se mobilního mechanizačního prostředku při jízdě po poli nebo po vozovce, změni se rovnice proti dřívějšímu statickému pojetí práce agregátu a lze ji vyjádřit pro mobilní mechanizační prostředek takto (A n d e r t, 1972):

$$P \pm \sum J_o \varepsilon_{\omega} = P_{st} + P_f + P_H \pm P_{\alpha} + P_m + P_{\delta} \quad (1)$$

kde: P — výkon odebíraný od motoru
 J_o — moment rotujících částí agregátu, především motoru
 ε — změna obvodové rychlosti
 ω — úhlová rychlost
 P_{st} — příkon pro pohon připojeného stroje
 P_f — příkon pro pojezd
 P_H — příkon pro pracovní orgány (hydraulika)
 P_{α} — příkon v důsledku změny stoupání
 P_{δ} — příkon ztracený v prokluzech
 P_m — příkon ztracený v převodech

Na rozdíl od dřívějších úvah, podle nichž setrvačné D'Alembertovy síly byly považovány za vnější působící silový faktor při zrychlení (rozjždění) agregátu, vystupuje $J_o \varepsilon_{\omega}$ v energetické bilanci jako vnitřní zdroj energie ve formě jejího akumulátoru. Proto se v celkové energetické bilanci počítalo vždy s kladným znaménkem (+) (G r e č e n k o, 1964).

Jelikož však jednotlivé složky příkonu potřebného pro pohon mobilního mechanizačního prostředku (P_{st} , P_f , P_H , P_{α} , P_{δ} , P_m) mají při jízdě po poli nebo po dopravní cestě proměnnou hodnotu, lze tento funkční vztah obecně vyjádřit (A n d e r t, 1972) takto:

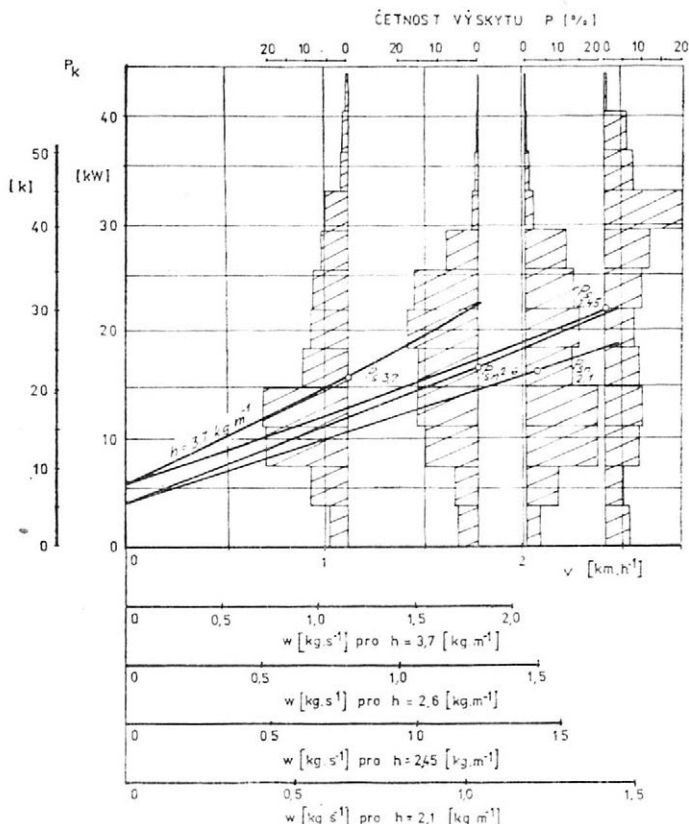
$$P \pm \sum (J_o \varepsilon_{\omega}) = \sum_1^{n=6} f_n \left[\gamma; f_v(s); a(s); v; S_{H1}; S_{H2}; q(s) \Sigma f(z; s; \bar{S}_{H1}; \bar{S}_{H2}; \bar{q}_A; q_A; \frac{s}{v}) \right] \quad (2)$$

Poznátky o vlivu náhodně proměnných pracovních podmínek na energetiku i práci mechanizačních prostředků v zemědělské velkovýrobě lze shrnout do těchto bodů:

a. Během práce mobilního mechanizačního prostředku na celém poli nebo na přepravní trase dochází jednak k náhodně proměnným změnám v důsledku náhodně proměnných pracovních podmínek, jednak k určitým cyklickým změnám zatížení vyvolaným nejčastěji se opakujícími změnami při objetí pozemku nebo přepravní trasy, popřípadě při vykonání jiného cyklicky se opakujícího pracovního úkolu.

b. Jak je patrné z uvedených funkčních vztahů (1, 2) pro stanovení příkonu potřebného pro pohon mobilního mechanizačního prostředku, je velikost příkonu během práce na celém poli (nebo při přejíždění po přepravní trase) ovlivněna podstatně větším počtem odporů proti po-

1. Spektrum variability četnosti příkonu potřebného pro pohon agregátu Z-50 Super + KB-Star + PzO-35. Řezačka je při různé hmotnosti řádku poháněna normalizovanými nebo zvýšenými otáčkami ($n = 665-720 \text{ min}^{-1}$) od vývodového hřídele traktoru — The spectrum of variability of the frequency of input power to drive the combination set Z-50 Super + KB-Star + PzO-35. The chopper-harvester is driven, at different mass of swath, by standardized or increased speed ($n = 665-720 \text{ min}^{-1}$) of tractor power take-off shaft



hybu vyvolaných náhodně proměnnými pracovními podmínkami, než se původně předpokládalo.

c. Hodnota odporů proti pohybu se mění v souladu s průběhem frekvence či intenzity změny náhodně proměnné podmínky, která změnu odporu proti pohybu způsobila (obr. 1). Jelikož se každý průběh změn odporů proti pohybu řídí z hlediska frekvence a intenzity jinými náhodnostními vztahy, je celková hodnota potřeby příkonu pro pohon stroje značně proměnná. Proto se možnost splnit předpoklady dosavadní teorie neprojevuje jako reálná.

— Při práci na celém poli nebo při přejíždění po přepravní trase nebude v podmínkách velkovýroby mobilní mechanizační prostředek pracovat s motorem zatíženým na jmenovitý výkon motoru, ale naopak jmenovitý výkon motoru bude využíváno jen krátkodobě, během cyklických změn jeho zatížení vznikajících při objetí pole nebo při jiné cyklicky prováděné práci.

— Není účelné, aby motor byl řešen na trvalé zatížení jmenovitým výkonem, neboť energie akumulovaná v setrvačné hmotě (i když bude pro tyto účely zajišťována nejen dokonalejším setrvačником, ale i speciálním zařízením) nestačí vyrovnat nerovnoměrnosti v potřebě příkonu, způsobené náhodně proměnnými pracovními podmínkami. Proto musí být zabezpečena krátkodobou dodávkou energie přímo od motoru, což se promítne do kolísání celkově dodávaného příkonu. Předpokládá

se, že krátkodobé kolísání potřeby příkonu do jedné minuty (podle způsobu řešení) bude vyrovnáváno energií akumulovanou v pohybujících se částech, dlouhodobější kolísání pak změnou výkonu motoru. Pro prudké změny dodávky příkonu pro pohon zemědělského mechanizačního prostředku bude třeba výkon motoru řešit.

— V našich podmínkách je možné dosáhnout při práci na jednom pozemku středního vytížení jmenovitého motoru zhruba do 70 % jen u některých mechanizačních prostředků. U většiny z nich je vytížení motoru podstatně nižší a výrobou složitějších a výkonnějších strojů bude v zemědělské velkovýrobě dále klesat.

d. Každá zemědělská výrobní oblast má svůj specifický vliv náhodně proměnných pracovních podmínek na pracovní obtížnost jak z hlediska energetické náročnosti, tak i z hlediska jakosti vykonané práce. To se pak promítne zejména do průběhu energetické náročnosti během jednotlivého pracovního cyklu (například do spektra četnosti různého příkonu atd.).

e. Na změnu podmínek reaguje každý typ mechanizačního prostředku jinou změnou potřeby příkonu. Tato změna je specifická podle souboru náhodně proměnných podmínek pracovní obtížnosti v dané zemědělské oblasti.

Lze očekávat, že připomínky k dosavadnímu pojetí teorie konstrukce mobilních energetických zařízení i celých mobilních mechanizačních prostředků pro zemědělství budou stále častější. Ovlivní je potřeba zvyšovat intenzitu zemědělské výroby a úroveň mechanizace produktivity práce a zejména rozvoj zemědělské velkovýroby a její hospodárnosti. Tyto vlivy lze charakterizovat:

- zvyšováním kvality prováděné zemědělské práce;
- zvyšováním rychlostí pohybu po poli nebo po cestě;
- zvyšováním velikosti pozemku a dopravní vzdálenosti, vyplývajícím z integrace zemědělské velkovýroby;
- zvyšování složitosti stroje, který dělá více operací v jednom sledu nebo u kterého se zvětšují zásobníky pro zpracovávaný materiál;
- úsporou měrné spotřeby energie na jednotku provedené práce;
- spojováním strojů do pracovních linek s těsnou vzájemnou vazbou, která vyžaduje, aby mezi nimi byly vhodné materiálové „akumulátory“, aby pracovní režim mezi jednotlivými stroji v lince mohl být řízen na základě vzájemné vazby a nikoliv omezováním podle momentálního pracovního zatížení nejslabšího článku v této lince.

NOVÝ SMĚR V TEORII KONSTRUKCE TRAKTORŮ, SAMOJÍZDNÝCH I AGREGOVANÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ, POPŘÍPADĚ CELÝCH LINEK

Z rozboru poznatků o vlivu náhodně proměnných pracovních podmínek na energetickou náročnost pro zajištění pohybu a pracovní činnosti agregátu nebo samojízdného stroje vyplývá, že dosavadní směrnice pro konstrukci traktorů (a jejich motoru) i zemědělských strojů či náradí neodpovídá novým poznatkům o vlivu přírodních a technologických podmínek na činnost zemědělských mechanizačních prostředků ve velkovýrobě. Tyto stroje byly řešeny pro rovnoměrné vytížení blí-

žící se jmenovitému výkonu motoru, aby bylo dosaženo maximální výkonnosti, a tím i hospodárnější mechanizace.

Proto byla navržena nová dokonalejší teorie pro konstrukci, výrobu a použití zemědělských mobilních mechanizačních prostředků. Zásady, podle kterých má být realizována, lze shrnout do těchto hlavních směrnic:

a. Při řešení mobilních mechanizačních prostředků a jim odpovídajících energetických zařízení (motorů, traktorů, tahačů, nosičů, aut, samojízdných podvozků apod.) i z nich sestavovaných přepravních technologických linek budou použity ty parametry, které nejlépe vyhovují náhodně proměnným podmínkám obtížnosti práce ve velkovýrobní zemědělské oblasti, pro kterou budou konstruovány a používány. Zabezpečení tohoto požadavku u velkosériové výroby bude složitější, neboť konstruktér bude muset již při konstrukci navrhnout více modifikací. Poznatky z velkosériové výroby automobilů ukazují technický a organizační způsob, jak tento požadavek plynule zvládnout i při výrobě 10 až 15 modifikací. Pokud realizaci tohoto požadavku nezajistíme (hlavně z hlediska jakosti práce), lze očekávat, že zemědělská velkovýroba bude muset s velkými obtížemi a ztrátami odstraňovat nedostatky. Jsme toho již nyní svědky u některých — zejména dovážených — strojů.

b. Náhodně proměnné pracovní podmínky v zemědělské velkovýrobě ovlivňují při mechanizaci polních prací a při přepravě kolísání potřeby dodávky příkonu pro pohon stroje tak značně, že nelze dlouhodobě dosáhnout toho, aby pracoval na maximální výkon motoru. Proto má mít motor velkou rezervu výkonu, i když bude při maximálním zatížení pracovat jen kratší dobu. Proti náhodnému tepelnému přetížení je motor zabezpečen vhodným ochranným zařízením.

c. Dřívější ekonomická směrnice, podle které se nejvhodnějšího ekonomického ukazatele dosáhne cestou nejvyššího stupně vytížení jmenovitého výkonu motoru (tj. výkonu, při kterém motor může trvale pracovat), byla nahrazena směrnicí o tom, jak z dané hodnoty investic (odpovídající součinu množství materiálu poskytnutého na výrobu mechanizačního prostředku a jeho měrné ceny) pracujících v náhodně proměnných podmínkách v příslušné oblasti (pro kterou je stroj určen) získat nejžádanější ekonomický ukazatel. Tento ukazatel může mít jednu ze čtyř variant, která je v dané hospodářské situaci zemědělského podniku tou nejžádanější. Varianty ekonomických ukazatelů mohou být tyto:

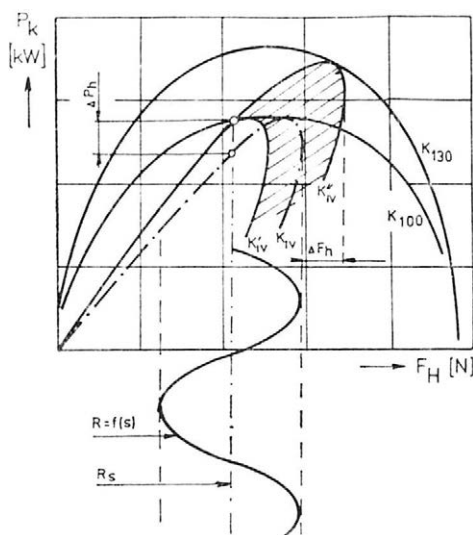
- nejvyšší pracovní výkonnost při optimální jakosti práce, optimální spotřebě energie a optimálních měrných nákladech;

- nejnižší měrné náklady při optimální výkonnosti, měrné spotřebě energie a jakosti práce;

- nejvyšší jakost provedené práce při optimální výkonnosti, optimálních měrných nákladech a optimální měrné spotřebě energie;

- nejnižší měrná spotřeba energie při optimální jakosti práce, pracovní výkonnosti a hospodárnosti.

Z těchto variant je třeba volit variantu pro danou výrobní oblast a pro příslušný mechanizační prostředek nejdůležitější, a z tohoto hlediska pak navrhnout potřebné konstrukční řešení mechanizačního prostředku. Nejčastěji je však dávana přednost variantě s největší pracovní výkonností, přispívající ke zvyšování měrné výkonnosti, a tím i ke zlepšení hospodářského účinku.



2. Porovnání změn tahových vlastností traktoru s motorem řešeným jednak podle dřívějšího způsobu pro trvalé zatížení (K_{100}), jednak podle nové teorie s proměnným zatížením (K_{130}). Ze změn je patrné, jak se při proměnném zatížení $R = f(s)$ zvýší na jeden převod (K_{1V}) tahový výkon (P_H) i při rezervě tahové síly (F_H) — Comparison of changes in drawbar properties of a tractor with an engine designed according to the older method for constant load (K_{100}), or according to the new theory with variable load (K_{130}). It is evident from the changes how drawbar power (P_H) per gear (K_{1V}) increases at variable load $R = f(s)$ even at a reserve of traction force (F_H)

d. U traktorů se nová teorie konstrukce promítá do těchto hlavních úprav (A n d e r t, 1972):

- zdokonalení motoru, jehož nejvyšší výkon má být o 25 až 35 % vyšší, než jsou hodnoty jmenovitého výkonu, při němž lze motor trvale zatížit (obr. 2);

- úprava motoru zajišťující rychlou a hospodárnou reakci na prudké změny zátěže, které nelze vyrovnávat z akumulátoru energie setrvačných hmot;

- zdokonalení setrvačnickového systému, které má zabezpečit akumulaci energie v rozsahu požadovaném pro motory jednotlivých výkonových tříd traktorů;

- zdokonalení chladicí soustavy motoru; je třeba, aby motor byl chráněn před přehřátím; bude totiž dosahováno vyšší hodnoty středního výkonu motoru, protože traktor lépe zvládne proměnnou dodávku energie pro jeho pohon a vykoná více zemědělské práce (obr. 2);

- úprava převodového ústrojí odpovídající úpravě otáček a výkonu motoru;

- doplňkové vybavení traktoru pro akumulaci energie rotačního pohybu pro případy, že akumulace energie v setrvačnicku motoru byla nedostatečná.

NOVÁ TEORIE PŘESNĚJŠÍCH METOD ZKOUŠENÍ TRAKTORŮ A ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ PRACUJÍCÍCH V NÁHODNĚ PROMĚNNÝCH PRACOVNÍCH PODMÍNKÁCH

Metoda zkoušek má být sestavena tak, abychom poznatky získané o zkoušeném stroji mohli porovnat se záměry zadanými k jeho konstrukci. Vzhledem k tomu, že zemědělské mechanizační prostředky mají být konstruovány podle nové teorie, je třeba v tomto smyslu doplnit i příslušné metodiky jejich zkoušek.

Za tímto účelem je předkládána nová základní teorie pro vypracování zkušebních metod pro zkoušení mobilních i stacionárních mechanizačních prostředků, popř. i pracovních linek, včetně jejich energetické náročnosti. Základním úkolem této teorie je organizovat zkoušky tak, aby se zjistily hlavní pracovní i energetické vlastnosti zkoušeného traktoru nebo zemědělského mechanizačního prostředku pro práci v určitých náhodně proměnných pracovních podmínkách.

Znamená to zkoušet energetickou schopnost a pracovní činnost motoru, traktoru nebo různých samojízdných strojů, popřípadě technologických linek na takových polích, přepravních linkách a v takových výrobně provozních podmínkách, které jsou svojí frekvencí, cykličností a amplitudou na celém poli nebo na dopravních vzdálenostech charakteristické pro určitou zemědělskou výrobní oblast, pro kterou je příslušný mechanizační prostředek určen.

V důsledku této směrnice se místo dříve používaného vybraného políčka s vyrovnanými pracovními podmínkami nebo kusu rovné cesty stává zkušebním úsekem celé pole nebo určitá cesta. Při hodnocení energetické náročnosti určitého mechanizovaného pracovního úseku je třeba hodnotit agregát (traktor + jeden nebo dva připojené stroje a nářadí) jako celek — obdobně, jako je hodnocen samojízdný zemědělský stroj, a to v závislosti na jeho výkonnosti — pracovní rychlosti. Při zkouškách se zjišťuje nejen charakteristika příkonu pro pohon agregátu v závislosti na rychlosti či výkonnosti, ale registruje se pokud možno i časový průběh změn příkonu, aby se mohl blíže zhodnotit jejich charakter a aby se mohla vyhodnotit i variabilita spektra četnosti výskytu různého příkonu, opět v závislosti na rychlosti.

Jako doplněk k těmto měřením je možné určit příkon a jeho variabilitu pro zajištění činnosti jednotlivých částí agregátu. Z takto získaných podkladů o energetické náročnosti celého agregátu a z tvaru charakteristiky lze určit i sladěnost pracovní části agregátu, včetně vhodné volby použitého traktoru, popřípadě motoru pro samojízdný stroj.

Obdobně se postupuje i při zkouškách a hodnocení energetické náročnosti zkoušeného stroje při práci v náhodně proměnných pracovních podmínkách a při zkouškách jakosti vykonané práce.

Ve smyslu této nové teorie zkoušení je třeba postupně přepracovat (mnohdy i podstatně) a doplnit metodiky zkoušek. Je třeba postupně přepracovat normy pro zkoušení traktorů a zemědělských strojů v ČSSR a vypracovat návrh na doporučenou normu pro zkoušení traktorů ve státech RVHP, popřípadě navrhnout změnu dosavadní metodiky zkoušek, která byla vypracována v rámci ISO, pracovní skupina 22, v roce 1964. Obdobně bude třeba přepracovat i metodiky zkoušek zemědělských strojů, podle kterých hodnotí autorizované zkušebny v ČSSR nové stroje, které mají být dodávány československému zemědělství.

DISKUSE

Teorie náhodných vlivů na různé činnosti, obtížnosti atd. se v některých odvětvích již začíná prosazovat, ale zemědělská technika zůstává v tomto směru stále ještě pasivní..

Zástupci ČKD Praha, navrhovatelé metodiky zkoušení naftových motorů, však považují za významnou připomínku VÚZT Praha-Řepy

k této metodice, aby naftové motory byly zkoušeny nejen jednotným způsobem, ale hlavně podle účelu, ke kterému budou použity. Pro realizaci této připomínky je třeba v příštím údobí připravit podklady.

ZÁVĚR

Z uvedených poznatků vyplývá, že pro další zvyšování technické úrovně a hospodárnosti práce prováděné stacionárními, ale především mobilními mechanizačními prostředky, je třeba zajistit a realizovat novou teorii pro jejich konstrukci, používání a zkoušení.

Aby mohla být tato nová teorie uvedena do průmyslové i zemědělské praxe, je třeba zejména:

a. Blíže seznámit široký okruh vědeckých, výzkumných, vývojových i pedagogických pracovníků na vysokých školách s podstatou a předností nové teorie, kterou je třeba dále systematicky rozpracovávat.

b. Vypracovat změny příslušných norem a metodik zkoušení traktorů a motorů zemědělských strojů. Z tohoto hlediska je třeba doplnit dosavadní metodiku zkoušek traktorů a motorů pro mobilní mechanizační prostředky v zemědělství hlavně o zjištění jejich dynamických vlastností pro práci při krátkodobých změnách zatížení, a to jak při odběru výkonu motoru přes vývodový hřídel, tak i při odběru tahového výkonu traktoru. Zároveň však je třeba metodiku zkoušek ještě rozvést o zjištění výkonových vlastností traktorů i motorů při proměnném zatížení, měnícím se v širokých mezích v údobí dvou, pěti, deseti, dvaceti, třiceti minut (popřípadě i více) až po ustálení na trvalé zatížení, při kterém může motor pracovat. Pro přesnější měření je třeba měnit zatížení podle zadaného programu, odpovídajícího náhodně proměnným pracovním podmínkám pracoviště, na kterém má být stroj v činnosti. Z tohoto hlediska se pro první etapu zkoušek motorů a traktorů doporučuje realizovat (mimo určení momentu setrvačnosti) 10 až 15 standardních programů proměnného zatížení. Po absolvování těchto programů by bylo možné usuzovat na míru vhodnosti příslušného motoru nebo traktoru.

c. Na základě zkušeností s úpravami vlastních zkušebních metodik předložit členským státům RVHP i ISO návrhy na přepracování metodiky zkoušek traktorů, aby tak bylo možné posoudit vhodnost zkoušených traktorů pro práci v různých státech s různou intenzitou náhodně proměnných pracovních podmínek.

d. Zatím je třeba dodržovat dosud vžitou praxi v činnosti národních zkušeben a zabezpečit zkoušky traktorů a jiných mechanizačních prostředků v různých státech. Každá zemědělská oblast má svůj charakter náhodně proměnných pracovních podmínek, v nichž má určitý stroj co nejlépe pracovat. Proto musí mít pro tyto podmínky nejvhodnější technické parametry. Vybrané pozemky nebo zemědělské podniky, ve kterých budou zkoušky v jednotlivých státech organizovány, musí být svými náhodně proměnnými pracovními podmínkami charakteristické (být určitým standardem) pro danou oblast nebo stát. Pokud zkušebna zamýšlí zkoušet vhodnost traktoru nebo jiného mobilního stroje pro více států, do nichž je jedním výrobcem dodáván, pak musí tyto zkoušky několikrát opakovat, ale vždy na takových polích, na nichž náhodně proměnné pracovní podmínky odpovídají těm, ve kterých budou pracovat.

e. Pro kvalitní a pracovně nenáročnou realizaci zkoušek je nutné zabezpečit vybavení výzkumných a vývojových pracovišť i příslušných zkušeben dostatečným množstvím potřebné měřicí, registrační a výpočetní vyhodnocovací techniky, umožňující tento úkol zajistit minimálním počtem pracovníků.

Literatura

- ANDERT, A.: Energetika agregátu kolového traktoru, sběrací řezačky a velkoobjemového vozu. Zeměd. Techn., 15, 1969a, č. 5, s. 241-260.
ANDERT, A.: Vliv vlhkosti a hmotnosti řádku na energetiku a maximální výkonost agregátu pro sklizeň řezané píce. Zeměd. Techn., 15, 1969b, č. 10-11, s. 543-556.
ANDERT, A.: Přesnější metody pro rychlé určení svahové dostupnosti traktoru a jeho vhodnosti pro práci v proměnných zemědělských podmínkách. Zeměd. Techn., 17, 1971, č. 5, s. 321-338.
ANDERT, A.: Vliv náhodných změn pracovních podmínek na energetiku agregátu. Zeměd. Techn., 18, 1972, č. 11, s. 663-679.
BOLTINSKIJ, V. N.: Rabota traktornogo dvigatelja pri neustanovivšejsa nagruzke. Moskva, Selchozgiz 1949. 272 s.
B. S. 1744: Test for agricultural tractors. 1964.
GOST 491-55: Dvigateli avtotraktorov. Metody stendovych ispytaniy. 1955.
GREČENKO, A.: Kolové a pásové traktory. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1963. 402 s.
ON 30 0415: Metodika výkonových a tahových zkoušek traktorů. 1966.

Došlo dne 7. 9. 1984

АНДЕРТ, А. (Научно-исследовательский институт сельхозтехники, Прага - Ржепы): Развитие теории методов испытания подвижных средств механизации в случайно переменных сельскохозяйственных условиях. Земед. Techn., 31, 1985 (1): 21-34.

Цель анализа данных, полученных в широко заложенных опытах с разными подвижными агрегатами, заключалась в определении объема влияния случайно-переменных условий в чехословацком сельском хозяйстве на энерговооруженность, необходимую для обеспечения хода этих агрегатов при соблюдении требуемого качества труда. Из результатов анализа вытекает необходимость совершенствования как теории конструкции требуемых машин, так и теории их испытаний. Последовательная реализация результатов этих теорий в производстве позволит ускорить развитие подвижных средств механизации в том смысле, чтобы при одинаковом количестве материала и при одинаковой трудоемкости выпускалась более мощная (производительная) и экономичная техника. Новая теория испытания сельхозтехники требует такой новеллизации национальных и международных стандартов, чтобы двигатели и машины испытывались согласно цели и рабочим условиям, в которых они будут работать.

энергетический баланс; случайно переменные рабочие условия; теория конструкции; теория испытания; испытательные национальные и международные стандарты

ANDERT, A. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Development of the Theory of Testing Methods of Automotive Farm Machines in Randomly Variable Agricultural Conditions*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1): 21-34.

The objective of an analysis of knowledge obtained from wide-scale experiments with combination sets of automotive farm machines was to determine the impacts of randomly variable conditions in the Czechoslovak agriculture on the energy demand of operation of these machines with maintaining the given quality of work. The results of the analysis have indicated a need of improving the theory of the construction and design of the machines, and the theory of their tests. Step-by-step introduction of the results of these theories into practice will help to accelerate the development of automotive machines in such a way that the machines with

higher performance and more economical operation will be manufactured from the same quantity of material and with the same labor consumption. It will be necessary, according to the new theory of farm machine testing, to novelize national and international standards in order that the engines and machines will be tested according to the purpose of their use and working conditions in which they will operate.

energy balance; randomly variable working conditions; theory of design; theory of testing; national and international testing standards

ANDERT, A. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Entwicklung einer Theorie der Untersuchungsmethoden mobiler Mechanisierungsmittel unter zufällig veränderlichen landwirtschaftlichen Bedingungen*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1) : 21-34.

Ziel der Analyse der Erkenntnisse, die in breit gegründeten Untersuchungen mit verschiedenen mobilen Aggregaten gewonnen wurden, war die Ermittlung des Einflußbereiches der zufällig veränderlichen Bedingungen unter den Bedingungen der tschechoslowakischen Landwirtschaft auf den Energiebedarf, der für die Gewährleistung des Laufes dieser Aggregate bei Einhaltung der festgesetzten Arbeitsqualität erforderlich ist. Aus den Ergebnissen der Analyse ergab sich die Notwendigkeit, sowohl die Theorie der Bauweise der erforderlichen Maschinen, als auch die Theorie ihrer Erprobung zu vervollkommen. Die schrittweise Realisierung der Ergebnisse dieser Theorien in der Praxis ermöglicht die Beschleunigung der Entwicklung von mobilen Mechanisierungsmitteln dahin, daß aus gleicher Materialmenge und bei gleichem Arbeitsaufwand eine leistungsfähigere und wirtschaftlichere Technik hergestellt würde. Die neue Theorie der Untersuchung der Landtechnik erfordert eine solche Novellierung der nationalen und internationalen Standards, daß Motoren und Maschinen nach dem Zweck und unter den Bedingungen untersucht werden, unter denen sie arbeiten werden.

Energiebilanz; zufällig veränderliche Arbeitsbedingungen; Theorie der Bauweise; Untersuchungstheorie; nationale und internationale Untersuchungsstandards

Adresa autora:

Ing. Antonín Andert, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

Z. Svatoš, N. M. Flajšer

SVATOŠ, Z. — FLAJŠER, N. M. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy; Vsesvazový institut mechanizace, Moskva): *Pohyb půdní částice po povrchu dlátového nářadí*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (1): 35–51.

Je popsán způsob určení pracovního povrchu pracovního nářadí dlátového kypříče s nejmenším dynamickým odporem při pracovním procesu. Problematika snížení tahového odporu nářadí na zpracování půdy je v současné době velmi aktuální. Stačí poukázat na skutečnost, že v SSSR se z roční těžby ropy spotřebuje přibližně 28 % na zpracování půdy, tj. v podstatě na překonání sil tahového odporu. Současné zemědělské stroje umožňují zvýšit výkonnost především zvýšením pracovních rychlostí, zvýšením šířky záběru, kombinací pracovního nářadí, zaváděním automatizace a vytvářením nových netradičních pracovních orgánů. Spotřebu energie na zpracování půdy lze snížit i rozpracováním pracovních orgánů s menším tahovým odporem.

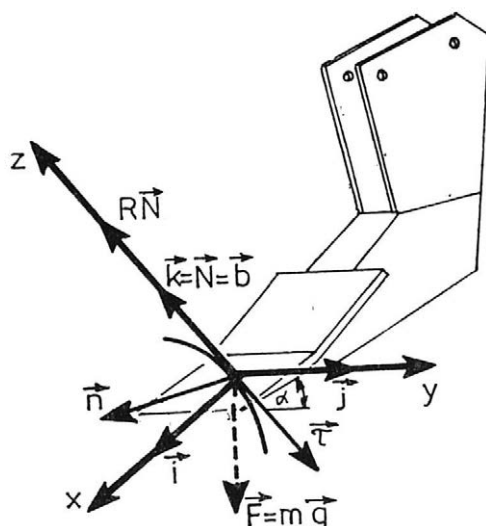
střet; pracovní povrch; pohyb částice; úhel tření; pracovní úhel

Jak vyplývá z hodnot naměřených v praxi, je charakter střetu půdních částic s pracovním povrchem dláta, popřípadě s půdou na něm nalepenou, naprosto nepružný. Návrat deformované částice do původního tvaru je minimální. Charakter střetu má velký význam z hlediska vzájemného působení jakéhokoliv pracovního orgánu stroje na zpracování půdy s půdními částicemi. Z měření vyplývá, že úder je možné s vysokým stupněm přesnosti považovat za absolutně tvrdé, z čehož plyne, že v okamžiku úderu se normálová složka vektoru rychlosti půdní částice k pracovnímu povrchu dláta obrací v nulovou rychlost a její další pohyb po pracovním povrchu je možné považovat za pohyb s počáteční rychlostí úderu rovnou tečné složce rychlosti půdy, způsobené pouze silami inerce a reakce pracovního povrchu (obr. 1).

V úvaze vycházíme z toho, že tření půdních částic po pracovním povrchu je suché.

Použitá označení

m	— hmota půdní částice
μ	— trajektorie centra hmoty půdní částice při pohybu po pracovním povrchu
t	— čas
M	— libovolný bod na křivce μ (v okamžiku t se centrum hmoty částice kryje s bodem M)
$\vec{r} = \vec{r}(t)$	— rovnice křivky μ ($\vec{r}$ — radius vektor bodu M v systému souřadnic, nepohyblivém vzhledem k pracovnímu stroji)
φ	— pracovní povrch
N	— hlavní vektor kolmý k povrchu φ
R	— projekce normálové reakce povrchu φ při pohybu částice na osu určenou vektorem $\vec{N}$
f	— koeficient tření půdy o ocel
$S = S(t)$	— délka oblouku $[\vec{AM}]$ křivky
$\vec{\tau} = \vec{\tau}(M) = \vec{\tau}(S)$	— jednotkový vektor tečny ke křivce μ v bodě M



1. Pohyb půdní částice po pracovním povrchu dláta kypřiče — Movement of soil particle along the working surface of chisel plow

- $\bar{b} = \bar{b}(M) = \bar{b}(S)$ — jednotkový vektor binormály ke křivce μ v bodě M
 $\bar{n} = \bar{n}(M) = \bar{n}(S)$ — jednotkový vektor hlavní normály ke křivce μ v bodě M
 ρ — rádius křivky μ v bodě M [$\rho = \rho(M) = \rho(S)$]
 $V = r$ — vektor rychlosti centra hmoty částice $\alpha = (\bar{n}, \bar{N})$
 $F_n = F\bar{n}$ — projekce vektoru $\bar{F}$ na osu určenou jednotkovým vektorem $\bar{n}$
 $F_\tau = F\bar{\tau}$ — projekce vektoru $\bar{F}$ na osu určenou jednotkovým vektorem $\bar{\tau}$
 $F_b = F\bar{b}$ — projekce vektoru $\bar{F}$ na osu určenou jednotkovým vektorem $\bar{b}$
 $\bar{F}$ — hlavní vektor soustavy aktivních sil působících na půdní částici

Rovnice pohybu centra hmoty půdní částice má tvar:

$$m \ddot{\bar{r}} = \bar{F} + R \bar{N} - f |R| \bar{\tau} \quad (1)$$

Předpokládáme-li, že trajektorie μ má v každém bodě (pravděpodobně s výjimkou několika bodů) plně určenou tečnu a křivku, platí:

$$\begin{aligned}
 \dot{\bar{r}} &= \frac{dS}{dt} \frac{d\bar{r}}{dS} = V \bar{\tau} \\
 \ddot{\bar{r}} &= \frac{d(V\bar{\tau})}{dt} = \bar{\tau} \frac{dV}{dt} + V \frac{d\bar{\tau}}{dt} = V \bar{\tau} + V \frac{d\bar{\tau}}{dS} \frac{dS}{dt} = \dot{V} \bar{\tau} + V^2 \frac{d\bar{\tau}}{dS} = \\
 &= \dot{V} \bar{\tau} + V^2 \frac{1}{\rho} \bar{n} = \dot{V} \bar{\tau} + \frac{V^2}{\rho} \bar{n}
 \end{aligned} \quad (2)$$

Po dosazení vztahu (2) do rovnice (1) dostaneme

$$m \dot{V} \bar{\tau} + m \frac{V^2}{\rho} \bar{n} = \bar{F} + R \bar{N} - f |R| \bar{\tau} \quad (3)$$

Vektorová rovnice (3) je ekvivalentní soustavě tří skalárních rovnic, jejichž souřadnicový systém je tvořen skutečným trojúhelníkem křivky $\mu \{ \bar{\tau}; \bar{n}; \bar{b} \}$. Projekcí obou částí rovnice (3) na osy určené jednotkovými vektory $\bar{n}, \bar{\tau}, \bar{b}$ a po vynásobení obou částí rovnice (3) postupně na $\bar{n}, \bar{\tau}, \bar{b}$ dostaneme:

$$\dot{V} \bar{\tau} \bar{n} + \frac{V^2}{\varrho} \bar{n}^2 = \bar{F} \bar{n} + R \bar{N} \bar{n} - f |R| \bar{\tau} \bar{n} \quad (4.1)$$

$$\dot{V} \bar{\tau}^2 + \frac{V^2}{\varrho} \bar{n} \bar{\tau} = \bar{F} \bar{\tau} + R \bar{N} \bar{\tau} - f |R| \bar{\tau}^2 \quad (4.2)$$

$$\dot{V} \bar{\tau} \bar{b} + \frac{V^2}{\varrho} \bar{n} \bar{b} = \bar{F} \bar{b} + R \bar{N} \bar{b} - f |R| \bar{\tau} \bar{b} \quad (4.3)$$

Protože platí

$$\bar{\tau} \bar{n} = 0, \quad \bar{n}^2 = 1, \quad \bar{F} \bar{n} = F_n \quad (5)$$

$$\bar{N} \bar{n} = \cos \alpha \quad (6)$$

$$\bar{\tau}^2 = 1, \quad \bar{F} \bar{\tau} = F_\tau, \quad \bar{N} \bar{\tau} = 0 \quad (7)$$

$$\bar{\tau} \bar{b} = 0, \quad \bar{n} \bar{b} = 0, \quad \bar{F} \bar{b} = F_b \quad (8)$$

$$\bar{N} \bar{b} = |\bar{N}| |\bar{b}| \cos(\widehat{\bar{N}, \bar{b}}) = \sin \alpha \quad (9)$$

dostanou rovnice (4.1) až (4.3) tvar

$$m \frac{V^2}{\varrho} = F_n + R \cos \alpha \quad (10.1)$$

$$m \dot{V} = F_\tau - fR \quad (10.2)$$

$$0 = F_b + R \sin \alpha \quad (10.3)$$

Předpokládáme-li, že pracovní povrch dláta je plochý, je možné rovnice (10.1) až (10.3) zjednodušit a s vysokou přesností považovat trajektorii μ za plochou křivku ($\bar{n} \parallel \varphi, \bar{N} \perp \varphi$), což znamená, že

$$\cos \alpha = 0, \quad \sin \alpha = 1 \quad (11)$$

Po dosazení rovnice (11) do rovnic (10.1) až (10.3) dostaneme

$$m \frac{V^2}{\varrho} = F_n \quad (12.1)$$

$$m \dot{V} = F_\tau - fR \quad (12.2)$$

$$F_b = -R \quad (12.3)$$

Rovnice (12.1) až (12.3) umožňují vyhodnotit pohyb půdní částice po pracovním povrchu dláta. Za tímto účelem použijeme pravoúhlý systém souřadnic 0_{xyz}

- kde: O — bod souřadnic při styku částice s pracovním povrchem φ dláta
 O_x — osa kolmá k ostří dláta, přičemž její kladný směr je od O k φ
 O_z — osa kolmá k rovině φ , přičemž její kladný směr je do strany nezpracované části pole
 O_y — osa doplňující osy O_x a O_z do pravých úhlů (osa O_y je rovnoběžná se střední rovinou mikoreliéfu)
 $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ — jednotkové vektory os O_x, O_y, O_z , přičemž platí $\bar{k} = \bar{N}$

Na půdní částici působí tyto síly: síla inerce, síla vyzvaná hmotou částice, normálové reakce pracovního povrchu φ a síly tření.

Dále označíme:

$$F = Mg$$

kde: m — hmota částice

β — úhel mezi rovinou φ a středem roviny mikroreliefu $(\widehat{F, i}) = \frac{\pi}{2} - \beta$

$$Q = (\widehat{\tau, j})$$

Jednotlivé síly F_n, F_τ, F_b se vypočítají:

$$\begin{aligned} F_n &= \bar{F} \bar{n} = \bar{F} [\bar{\tau} \times \bar{b}] = \bar{F} \bar{\tau} \bar{b} = [\bar{b} \times \bar{F}] \bar{\tau} = \bar{\tau} |\bar{b}| |\bar{F}| \sin(\widehat{b, F}) \bar{j} = \\ &= mg \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \beta \right) \bar{\tau} \bar{j} = mg \sin \beta \cos Q \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} F_\tau &= \bar{F} \bar{\tau} = \bar{F} [\bar{b} \times \bar{n}] = [\bar{F} \times \bar{b}] \bar{n} = -[\bar{b} \times \bar{F}] \bar{n} = -|\bar{b}| |\bar{F}| \sin(\widehat{b, F}) \bar{j} \bar{n} = \\ &= -mg \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \beta \right) |\bar{j}| |\bar{n}| \cos(\widehat{j, n}) = -mg \sin(\pi - \beta) \cdot \\ &\quad \cdot \cos \left(Q + \frac{\pi}{2} \right) = mg \sin \beta \sin Q \end{aligned} \quad (14)$$

$$F_b = \bar{F} \bar{b} = |\bar{F}| |\bar{b}| \cos(\widehat{F, b}) = mg \cos \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \beta \right) = -mg \cos \beta \quad (15)$$

Bereme-li v úvahu směr vektoru $\bar{n}$ a dále určení úhlu Q , je zřejmé:

$$\frac{dQ}{dS} > 0$$

Protože křivka trajektorie je kladná, dostaneme:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{dQ}{dS} = \frac{dQ}{dt} : \frac{dS}{dt} = \frac{1}{V} \cdot \dot{Q} \quad (16)$$

Ve smyslu vztahů (13) až (16) dostanou rovnice pohybu částice po pracovním povrchu tvar

$$\frac{V^2}{\varrho} = g \sin \beta \cos Q \quad (17)$$

$$m\dot{V} = mg \sin \beta \sin Q - fR \quad (18)$$

$$R - mg \cos \beta = 0 \quad (19)$$

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{\dot{Q}}{V} \quad (20)$$

Z rovnic (17) a (20) nacházíme

$$\dot{Q}V = g \sin \beta \cos Q \quad (21)$$

z rovnic (18) a (19)

$$\dot{V} = g(\sin \beta \sin Q - f \cos \beta) \quad (22)$$

V důsledku vztahů (21) a (22) platí

$$\frac{\dot{V}}{V} = \left[\operatorname{tg} Q - f \cotg \beta \left(-\frac{1}{\cos Q} \right) \right] \dot{Q} \quad (23)$$

$$\text{Funkci } -\frac{1}{\cos Q} \text{ je } \ln \left| \cotg \left(\frac{\pi}{4} + \frac{Q}{2} \right) \right|$$

Proto řešením derivační rovnice (23), vyhovujícím začátečním podmínkám $V(O) = V_o$, $Q(O) = O$, je elementární funkce podle rovnice

$$\ln V - \ln V_o = -\ln \cos Q + f \cotg \beta \ln \cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (24)$$

Předpokládáme-li dále, že

$$f \cotg \beta = \lambda \quad (25)$$

dostaneme derivací rovnice (24)

$$V = \frac{V_o}{\cos Q} \cdot \cotg^\lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (26)$$

Rovnice (26) určuje vztah mezi rychlostí půdní částice pohybující se po pracovním povrchu dláta a velikostí úhlu Q mezi tečnou k trajektorii a přímkou vedenou po povrchu dláta, paralelní střední rovině mikroreliefu zpracovávané půdy, přičemž tato přímka je totožná s osou O_y . Z toho vyplývá, že úhel Q se zvyšuje při pohybu částice po její trajektorii. Sklouzávání částice s pracovního povrchu odpovídá přiblížení úhlu Q k $\frac{\pi}{2}$. Dále najdeme limit funkce $V = V(Q)$ při přiblížení k $\frac{\pi}{2}$. V bodě $Q = \frac{\pi}{2}$ tato funkce není určena. Protože však $\cos Q$ i $\cotg^\lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$ mají při $Q = \frac{\pi}{2}$ hodnotu rovnou nule, dostaneme na základě L'Hospitalova pravidla:

$$\begin{aligned} \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} V(Q) &= V_o \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cotg^\lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)}{\cos Q} = \\ &= V_o \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\frac{1}{2} \cdot \cotg^{\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \left[-\sin^{-2} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right]}{-\sin Q} = \\ &= \frac{1}{2} \lambda V_o \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cotg^{\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)}{\sin Q \sin^2 \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} = \frac{1}{2} \lambda V_o \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \cotg^{\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (27) \end{aligned}$$

Protože funkce $\sin Q \sin^2 \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$ je nepřetržitá, dostaneme

$$\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \left[\sin Q \sin^2 \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] = 1$$

V bodě $Q = \frac{\pi}{2}$ funkce $\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$ je nepřetržitá, její hodnota v tomto bodě

se rovná nule. Proto limit rovnice (27) závisí na hodnotě parametru λ . Je nutné rozlišit tyto varianty:

1. Je-li

$$0 < \lambda < 1 \quad (28)$$

po dosazení úhlu tření φ

$$\operatorname{tg} \varphi = f \quad (29)$$

z rovnic (25), (28) a (29) vyplývá, že

$$\operatorname{tg} \varphi \cotg \beta < 0 \quad (30)$$

Protože platí

$$0 < \beta < \frac{\pi}{2}$$

dostaneme

$$\cotg \beta > 0 \quad (31)$$

v důsledku rovnic (30) a (31) bude

$$\operatorname{tg} \varphi < \operatorname{tg} \beta \quad (32)$$

V intervalu $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ funkce $\operatorname{tg} x$ prudce roste, takže podle rovnice (32) je totožné s $0 < \varphi < \beta$.

Srovnáme-li rovnice (28) a (32), vidíme, že $\lambda \in]0; 1[$ pouze tehdy, je-li úhel tření půdy o ocel menší než úhel mezi dlátem a střední rovinou mikroreliefu. Z rovnice (27) vyplývá, že v tomto případě

$$\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} V = +\infty \quad (33)$$

2. Je-li

$$\lambda > 1 \quad (34)$$

a uvažujeme-li jako v předchozím případě, vidíme, že i zde platí

$$\varphi > \beta$$

což znamená, že úhel tření je větší než úhel mezi rovinou dláta a střední rovinou mikroreliefu. Pokud se vyplňuje rovnice (35), je funkce

$$\cotg^{\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$$

nepřetržitá v bodě $Q = \frac{\pi}{2}$, v důsledku čehož $\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} V = 0$.

3. Je-li $\lambda = 1$, tj. $\varphi = \beta$, platí

$$\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} V = \frac{1}{2} V_0 \quad (35)$$

rychlost skluzu částice na dno brázdy se rovná polovině rychlosti částice vzhledem k dlátovému pracovnímu orgánu v okamžiku jejich střetu.

Najdeme parametrickou rovnici trajektorie centra hmot částice.

Protože platí

$$\frac{dy}{dS} = \cos Q$$

dostaneme $dy = \cos Q \, dS$, což znamená, že

$$\frac{dy}{dQ} = \cos Q \frac{dS}{dQ} \quad (36)$$

Protože považujeme křivku trajektorie μ za kladnou a předpokládáme, že $\frac{dQ}{dS} > 0$, platí

$$\frac{dS}{dQ} = \varrho \quad (37)$$

neboli z rovnic (36) a (37) vyplývá

$$\frac{dy}{dQ} = \varrho \cos Q \quad (38)$$

po dosazení

$$\varrho = \frac{v}{\dot{Q}} \quad (39)$$

do rovnic (39) a (38) dostaneme

$$\frac{dy}{dQ} = \frac{v}{\dot{Q}} \cos Q \quad (40)$$

Na základě rovnice pohybu půdní částice po pracovním povrchu dláta dostane rovnice (40) tvar

$$\frac{dy}{dQ} = \frac{v^2}{v \cdot \dot{Q}} \cos Q = \frac{v^2 \cos Q}{\varrho \sin \beta \cos Q} = \frac{v^2}{\varrho \sin \beta} \quad (41)$$

Vezmeme-li v úvahu, že systém souřadnic může být vybrán tak, že $Q = 0, y = 0$, dostaneme z rovnice (41)

$$y = \frac{1}{g \sin \beta} \int_0^Q v^2 dQ \quad (42)$$

kde:

$$v = \frac{v_0}{\cos Q} \cdot \cotg \lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (43)$$

Řešením vztahů (42) a (43) dostaneme

$$y = \frac{v_0^2}{g \sin \beta} \int_0^Q \frac{1}{\cos^2 u} \cotg^2 \lambda \left(\frac{u}{2} + \frac{\pi}{4} \right) du \quad (44)$$

kde je proměnná integrování označena jako u , protože pro horní limit integrálu zůstalo označení Q . Označíme novou proměnnou integrování ξ

$$\xi = \cotg \left(\frac{u}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (45)$$

Z rovnice (45) dostáváme

$$\frac{u}{2} + \frac{\pi}{4} = \operatorname{arctg} \xi = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \xi$$

odkud

$$u = \frac{\pi}{2} - 2 \operatorname{arctg} \xi \quad (46)$$

neboli

$$\begin{aligned} \cos u &= \cos \left(\frac{\pi}{2} - 2 \operatorname{arctg} \xi \right) = \sin (2 \operatorname{arctg} \xi) = \\ &= \frac{2 \operatorname{tg} (\operatorname{arctg} \xi)}{1 + \operatorname{tg}^2 (\operatorname{arctg} \xi)} = \frac{2 \xi}{1 + \xi^2} \end{aligned} \quad (47)$$

Ze vztahu (46) nacházíme

$$du = - \frac{2 d\xi}{1 + \xi^2} \quad (48)$$

Proměnné integrování po proměnné ξ jsou rovny

$$1 \text{ a } \operatorname{cotg} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$$

Na základě rovnic (44) až (48) dostaneme

$$\begin{aligned} y &= \frac{v_o^2}{g \sin \beta} \int_1^{\operatorname{cotg} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \frac{1 + \xi^2}{4 \xi^2} \cdot \xi^{2\lambda} \left(\frac{2 d\xi}{1 + \xi^2} \right) = \\ &= - \frac{v_o^2}{2 g \sin \beta} \int_1^{\operatorname{cotg} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} (1 + \xi^2) \xi^{2\lambda-2} d\xi = \\ &= - \frac{v_o^2}{2 g \sin \beta} \left(\frac{1}{2\lambda-1} \xi^{2\lambda-1} + \frac{1}{2\lambda+1} \xi^{2\lambda+1} \right) \Big|_1^{\operatorname{cotg} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} = \\ &= - \frac{v_o^2}{2 g \sin \beta} \left[\frac{4\lambda}{4\lambda^2-1} - \frac{1}{2\lambda-1} \operatorname{cotg}^{2\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2\lambda+1} \operatorname{cotg}^{2\lambda+1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] = - \frac{v_o^2}{2 g \sin \beta} \left[\frac{1}{2\lambda-1} \operatorname{cotg}^{2\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2\lambda+1} \operatorname{cotg}^{2\lambda+1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] + \left(\frac{2\lambda}{4\lambda^2-1} \right) \left(\frac{v_o^2}{g \sin \beta} \right) \end{aligned} \quad (49)$$

Předpokládáme, že

$$\frac{2\lambda}{4\lambda^2-1} \cdot \frac{v_o^2}{g \sin \beta} = y_o \quad (50)$$

dostaneme

$$\begin{aligned} y &= - \frac{v_o^2}{2 g \sin \beta} \left[\frac{1}{2\lambda-1} \operatorname{cotg}^{2\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2\lambda+1} \operatorname{cotg}^{2\lambda+1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] + y_o \end{aligned} \quad (51)$$

V rovnici (51) je osa O_y vztažena k úhlu Q a parametru λ , tj. $y = y(Q; \lambda)$. Tato funkce není určena v bodě $\lambda = \frac{1}{2}$, neboť v tomto případě pravá strana rovnice (51) ztrácí smysl.

Je-li $\lambda = \frac{1}{2}$, dostaneme z rovnice (51):

$$\begin{aligned} y\left(Q; \frac{1}{2}\right) &= -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \int_1^{\cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} (1 + \xi^2) \xi^{-1} d\xi = \\ &= -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \int_1^{\cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} (\xi^{-1} + \xi) d\xi = \\ &= -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \left(\ln \xi + \frac{1}{2} \xi^2 \right) \int_1^{\cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} = \\ &= -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \left[\ln \cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) + \frac{1}{2} \cotg^2\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \right] \end{aligned} \quad (52)$$

Vezmeme-li v úvahu, že pro všechny $\alpha \neq k\pi$

$$\frac{1}{2} (\cotg^2 \alpha - 1) = \frac{\cos 2\alpha}{1 - \cos 2\alpha} \quad (53)$$

Předpokládáme-li v rovnici (53), že

$$\alpha = \frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}$$

dostaneme

$$\frac{1}{2} \left[\cotg^2\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - 1 \right] = -\frac{\sin Q}{1 + \sin Q} \quad (54)$$

Z rovnic (52) a (54) vyplývá

$$y\left(Q; \frac{1}{2}\right) = -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \left[\ln \cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - \frac{\sin Q}{1 + \sin Q} \right] \quad (55)$$

Na základě rovnic (51) a (55) dostaneme konečnou podobu výrazu pro $\lambda = \frac{1}{2}$

$$y = -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \left[\ln \cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - \frac{\sin Q}{1 + \sin Q} \right] \quad (56)$$

a pro $\lambda \neq \frac{1}{2}$

$$\begin{aligned} y &= -\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} \left[\frac{1}{2\lambda - 1} \cotg^{2\lambda-1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2\lambda + 1} \cotg^{2\lambda+1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right] + y_o \end{aligned} \quad (57)$$

V uvedených případech úhel $Q \neq \frac{\pi}{2}$. Proto je funkce $y = y(Q; \lambda)$ určena při všech hodnotách Q a λ , které vyhovují podmínce vztahů (58)

$$\lambda \geq 0 \quad 0 \leq Q < \frac{\pi}{2} \quad (58)$$

Dále zkoumáme pohyb částice půdy vzhledem k ose O_y při $Q = \frac{\pi}{2}$. Pokud se úhel Q přibližuje k $\frac{\pi}{2}$ zleva (tj. zůstává menší než $\frac{\pi}{2}$), platí, že i $\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}$ se přibližují k $\frac{\pi}{2}$ zleva, což znamená, že $\cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$ se přibližuje k nule, ale zůstává kladný. Proto

$$\begin{aligned} \lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \left[\ln \cotg\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right] &= -\infty \\ \lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \cotg^{2\lambda+1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) &= 0 \text{ při } \lambda \geq 0 \\ \lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \frac{1}{2\lambda-1} \cotg^{2\lambda-1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) &\text{ při } Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \left(Q < \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

je závislý na λ . Je-li $0 \leq \lambda < \frac{1}{2}$, platí

$$\frac{1}{2\lambda-1} \cotg^{2\lambda-1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{1}{1-2\lambda} \tg^{1-2\lambda}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$$

kde $\tg x \rightarrow +\infty$ při $x \rightarrow \frac{\pi}{2}$, $x < \frac{\pi}{2}$

$$\lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \left[\frac{1}{2\lambda-1} \cotg^{2\lambda-1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right] = -\infty \quad (59)$$

Rovnice (59) platí při $0 \leq \lambda < \frac{1}{2}$. Je-li $\lambda > \frac{1}{2}$, platí, že

$$\lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \left[\frac{1}{2\lambda-1} \cotg^{2\lambda-1}\left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right] = 0 \quad (60)$$

Z rovnic (57) až (58) a (59) až (60) vyplývá

$$1. \quad \text{je-li } \lambda < \frac{1}{2}, \text{ tj. } 2 \tg \varphi < \tg \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} y = +\infty \quad (61)$$

$$2. \quad \text{je-li } \lambda > \frac{1}{2}, \text{ tj. } 2 \operatorname{tg} \varphi > \operatorname{tg} \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} y = \frac{2 \lambda v_o^2}{(4 \lambda^2 - 1) g \sin \beta} \quad (62)$$

$$3. \quad \text{je-li } \lambda = \frac{1}{2}, \text{ tj. } 2 \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} y = +\infty \quad (63)$$

Dále najdeme závislost pohybu půdní částice podél osy O_x v závislosti na veličině úhlu Q a parametru λ . Protože platí, že

$$\frac{dx}{dS} = \sin Q$$

dostaneme

$$dx = \sin Q dS \quad (64)$$

což znamená, že

$$\frac{dx}{dQ} = \sin Q \frac{dS}{dQ} \quad (65)$$

přičemž na základě rovnic (37), (39) a (65) dostaneme

$$\frac{dx}{dQ} = \frac{v}{\dot{Q}} \sin Q \quad (66)$$

kde

$$v = \frac{g \sin \beta \cos Q}{\dot{Q}} \quad (67)$$

Z rovnic (66) a (67) vyplývá

$$\frac{dx}{dQ} = \frac{v_o^2}{g \sin \beta} \cdot \frac{\sin Q}{\cos^3 Q} \cotg^{2\lambda} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (68)$$

odkud dostaneme

$$x = \frac{v_o^2}{g \sin \beta} \int_0^Q \frac{\sin u}{\cos^3 u} \cotg^{2\lambda} \left(\frac{u}{2} + \frac{\pi}{4} \right) du \quad (69)$$

V rovnici (69) se předpokládá, že soustava souřadnic je vybrána tak, že při úhlu $Q = 0$ je centrum hmoty půdní částice v začátku souřadnic. Při řešení vztahu (69) použijeme analogicky jako v rovnicích (46) až (48) proměnnou u :

$$x = \frac{v_o^2}{g \sin \beta} \int_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \xi^{2\lambda} \left(\frac{1 - \xi^2}{1 + \xi^2} \right) \left(\frac{2\xi}{1 + \xi^2} \right)^{-3} \left(-\frac{2d\xi}{1 + \xi^2} \right) \quad (70)$$

Pravá část rovnice (70) nemá smysl při $\lambda = 1$, tj. funkce $x(Q; \lambda)$ není určena v bodě $\lambda = 1$. Je-li $\lambda = 1$, dostaneme z rovnice (70)

$$\begin{aligned} x &= -\frac{v_o^2}{4g \sin \beta} \int_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \xi^{2\lambda-3} (1 - \xi^4) d\xi = \\ &= -\frac{v_o^2}{4g \sin \beta} \left(\ln \xi - \frac{1}{4} \xi^4 \right) \Big|_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} = \end{aligned}$$

$$= - \frac{v_o^2}{4g \sin \beta} \left\{ \ln \cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \frac{1}{4} \left[\cotg^4 \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - 1 \right] \right\} \quad (71)$$

Jednoduchou záměnou

$$\frac{1}{4} \left[\cotg^4 \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - 1 \right] = - \frac{\sin Q}{(1 + \sin Q)^2} \quad (72)$$

dosazením z rovnice (72) do rovnice (71) dostaneme při $\lambda = 1$

$$x(Q; 1) = - \frac{v_o^2}{4g \sin \beta} \left[\ln \cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) + \frac{\sin Q}{(1 + \sin Q)^2} \right] \quad (73)$$

při $\lambda \neq 1$

$$x = - \frac{v_o^2}{4g \sin \beta} \left[\frac{1}{2(\lambda - 1)} \cotg^{2(\lambda-1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \frac{1}{2(\lambda + 1)} \cotg^{2(\lambda+1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \frac{1}{\lambda^2 - 1} \right] \quad (74)$$

V rovnicích (73) a (74) se předpokládá, že úhel $Q \neq \frac{\pi}{2}$, tj. že tato funkce je určena v oblasti $\lambda > 0, 0 \leq Q < \frac{\pi}{2}$.

Při zkoumání pohybu půdní částice vzhledem k ose O_x při $Q \rightarrow \frac{\pi}{2}$ použijeme vzorce (59) a (60), přičemž

$$\lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \frac{1}{2(\lambda - 1)} \cotg^{2(\lambda-1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \text{ závisí na parametru } \lambda$$

V případě, kdy platí $0 \leq \lambda < 1$, dostaneme

$$\frac{1}{2(\lambda - 1)} \cotg^{2(\lambda-1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) = - \frac{1}{2(1 - \lambda)} \tg^{2(1-\lambda)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)$$

odkud

$$\lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \left[\frac{1}{2(\lambda - 1)} \cotg^{2(\lambda-1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] = -\infty \quad (75)$$

$$\lim_{\substack{Q \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ Q < \frac{\pi}{2}}} \left[\frac{1}{2(\lambda - 1)} \cotg^{2(\lambda-1)} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right] = 0 \quad (76)$$

Ze vztahu $f \cotg \beta = \lambda$ plyne, že při $f = \tg \varphi$

$$0 \leq \lambda < 1 \quad (77)$$

$$\lambda \geq 1 \quad (78)$$

neboli

$$0 < \tg \varphi \cotg \beta < 1 \quad (79)$$

z čehož dostaneme

$$\operatorname{tg} \varphi \cotg \beta \geq 1 \quad (80)$$

$$0 \leq \operatorname{tg} \varphi < \operatorname{tg} \beta \quad (81)$$

Vycházíme-li z podmínek

$$\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta \quad (82)$$

$$0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2} \quad (83)$$

$$0 < \beta < \frac{\pi}{2} \quad (84)$$

$$0 \leq \varphi < \beta \quad (85)$$

$$\varphi \geq \beta \quad (86)$$

Z rovnic (64) až (69) a (85) až (86) vyplývá

$$1. \quad \text{je-li } \lambda < 1, \text{ tj. } 0 \leq \varphi < \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} x = +\infty \quad (87)$$

$$2. \quad \text{je-li } \lambda = 1, \text{ tj. } \varphi = \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} x = +\infty \quad (88)$$

$$3. \quad \text{je-li } \lambda > 1, \text{ tj. } \varphi > \beta, \text{ platí } \lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} x = \frac{v_o^2}{4(\lambda^2 - 1)g \sin \beta} \quad (89)$$

Dále určíme čas t pohybu půdní částice po pracovním povrchu ve vztahu k úhlu Q a λ , tj. $t = t(Q; \lambda)$. Pod časem t se rozumí časový úsek, během kterého se půdní částice přemístí po své trajektorii od nulového bodu systému souřadnic do bodu M , který je určen parametrem Q (jakékoliv hodnotě parametru λ odpovídá jediná trajektorie půdní částice).

Ze vzorce

$$v = \frac{dS}{dt}$$

a rovnic (37) a (39) dostaneme

$$\frac{dt}{dQ} = \frac{1}{v} \frac{dS}{dQ} = \frac{Q}{v} = \frac{1}{\dot{Q}} \quad (90)$$

z rovnic (90) a (67) vyplývá

$$\frac{dt}{dQ} = \frac{1}{g \sin \beta} \cdot \frac{v}{\cos Q} \quad (91)$$

$$v = \frac{v_o}{\cos Q} \cotg \lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (92)$$

Dosadíme-li do rovnice (91) z rovnice (92), dostaneme

$$\frac{dt}{dQ} = \frac{v_o}{g \sin \beta} \cdot \frac{1}{\cos Q^2} \cotg \lambda \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (93)$$

Předpokládáme-li, že v okamžiku $t = 0$ je centrum hmoty částice umístěno v bodě 0 soustavy souřadnic, dostaneme při použití proměnné u a rovnic (59) a (60) při $\lambda \neq 1$

$$t = \frac{v_0}{g \sin \beta} \int_0^Q \frac{1}{\cos u^2} \cotg \lambda \left(\frac{u}{2} + \frac{\pi}{4} \right) du \quad (94)$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{v_0}{g \sin \beta} \int_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \left(\frac{1 + \xi^2}{2\xi} \right)^2 \xi^\lambda \left(-\frac{2d\xi}{1 + \xi^2} \right) = \\ &= \frac{v_0}{2g \sin \beta} \int_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} (1 + \xi^2) \xi^{\lambda-2} d\xi = -\frac{v_0}{2g \sin \beta} \left[\frac{1}{\lambda-1} \right. \\ &\quad \left. \cotg^{\lambda-1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) + \frac{1}{\lambda+1} \cotg^{\lambda+1} \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \frac{2}{\lambda^2-1} \right] \end{aligned} \quad (95)$$

Při $\lambda = 1$ nemá rovnice (95) smysl. V tom případě platí:

$$\begin{aligned} t &= \frac{v_0}{2g \sin \beta} \int_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \left(\frac{1}{\xi} + \xi \right) d\xi = \frac{v_0}{2g \sin \beta} \left(\ln \xi + \frac{1}{2} \xi^2 \right) \\ &\quad \left|_1^{\cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right)} \right. = -\frac{v_0}{2g \sin \beta} \left[\ln \cotg \left(\frac{Q}{2} + \frac{\pi}{4} \right) - \frac{\sin Q}{1 + \sin Q} \right] \end{aligned} \quad (96)$$

Z uvedené závislosti při $Q \rightarrow \frac{\pi}{2}$, $Q < \frac{\pi}{2}$, $x(Q, \lambda)$, $y(Q, \lambda)$ platí, že

1. je-li $\lambda < 1$, tj. $0 \leq \varphi < \beta$, bude $\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} t = +\infty$
2. je-li $\lambda = 1$, tj. $\varphi = \beta$, bude $\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} t = +\infty$
3. je-li $\lambda > 1$, tj. $\varphi > \beta$, bude $\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} t = \frac{v_0}{(\lambda^2 - 1)g \sin \beta}$

ZÁVĚR

Při střetu dláta s částicí půdy její rychlost vzrůstá, jestliže úhel φ tření je menší než pracovní úhel dláta β . Rychlost půdní částice klesá až k nule, jestliže platí $\varphi > \beta$. Při $\varphi = \beta$ se rychlost půdní částice rovná polovině své původní rychlosti v okamžiku střetu.

Provedený výzkum umožňuje určit trajektorii a charakter pohybu půdní částice po pracovním povrchu dláta. Jak vyplývá z práce, hlavním parametrem určujícím pohyb půdní částice je parametr λ . Předpokládáme, že v konkrétních pracovních podmínkách je tento parametr konstantní, přičemž trajektorie dvou náhodně vybraných půdních částic po křivkách φ_1 a φ_2 mohou být složeny paralelním posunutím. Trajektorie libo-

volné částice je zadána v parametrické formě rovnicemi $x = x(Q, \lambda)$ a $y = y(Q, \lambda)$, kde $\lambda = \text{konst.}$ a Q je v rozmezí $\left[Q, \frac{\pi}{2}\right]$. Parametr λ dále závisí na koeficientu tření f půdy o ocel a na velikosti úhlu β mezi pracovním povrchem dláta a střední rovinou mokroreliéfu zpracovávaného pole ($\lambda = f \cotg \beta = \text{tg } f \cotg \beta$). Charakter pohybu půdní částice je tento:

1. Je-li pracovní povrch dláta umístěn pod velkým úhlem ke střední rovině zpracovávaného povrchu, tj. je-li

$$\text{tg } \beta \geq 2 \text{ tg } \varphi$$

platí, že rychlost $v = v(t)$ částice půdy rychle vzrůstá, protože

$$\lim_{Q \rightarrow \frac{\pi}{2}} \sqrt{x^2 + y^2} = \infty$$

částice se rychle vzdaluje od svých původních koordinát.

2. Je-li naklonění pracovního povrchu dláta střední, tj. je-li

$$\text{tg } \varphi < \text{tg } \beta < 2 \text{ tg } \varphi$$

rychlost v společně s pohybem po ose O_x neomezeně vzrůstá, osa O_y se dostává do konečné hodnoty.

3. Je-li úhel naklonění roven úhlu tření ($\beta = f$), je pohyb částice rovnoměrný, rovný $\frac{1}{2} v_o$ podél osy největšího skluzu.

4. Je-li úhel naklonění menší než úhel tření $0 < \beta < f$, částice se za určitý konečný časový úsek zastaví, přičemž koordináty místa zastavení jsou

$$\frac{v_o^2}{4(\lambda^2 - 1)g \sin \beta}; \quad \frac{2\lambda v_o^2}{(4\lambda^2 - 1)g \sin \beta}$$

Časový úsek, během kterého se částice zastaví, se rovná

$$\frac{\lambda v_o}{(\lambda^2 - 1)g \sin \alpha}$$

ZVLÁŠTNÍ PŘÍPADY POHYBU PŮDNÍ ČÁSTICE

1. Je-li koeficient tření velmi malý, je možné s dostatečnou přesností předpokládat, že $\lambda = 0$. V tomto případě platí, že

$$v = \frac{v_o}{\cos \beta} = \text{konst.}$$

a dále označíme

$$\frac{v_o^2}{2g \sin \beta} = a$$

V tomto případě vzorce, které určují hodnoty x , y prostřednictvím parametru ξ , dostanou tvar

$$\begin{cases} x = \frac{a}{4} \left(\frac{\xi^2 + 1}{\xi} \right)^2 \\ y = -a \frac{\xi^2 - 1}{\xi} \end{cases} \quad (97)$$

Po vyloučení parametru ξ z rovnice (97) dostaneme

$$\begin{cases} x = \frac{a}{4} \left(\xi + \frac{1}{\xi} \right)^2 \\ y = -a \left(\xi - \frac{1}{\xi} \right) \end{cases} \quad (98)$$

Dále platí, že

$$\left(\xi + \frac{1}{\xi} \right)^2 - \left(\xi - \frac{1}{\xi} \right)^2 = 4$$

Tím dostaneme rovnici trajektorie půdní částice ve tvaru

$$y^2 = 4a(x - a) \quad (99)$$

z čehož vyplývá, že půdní částice se pohybuje konstantní rychlostí po parabole.

2. Je-li pohyb půdní částice vyzván silami inerce podél osy O_y , platí, že

$$Q = \text{konst.} = \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{v} = \ddot{x} = g(\sin \beta - f \cos \beta) = \text{konst.}$$

Pohyb půdní částice je možný pouze v případě $F_T > f_N$, což je totožné s podmínkou

$$\sin \beta - f \cos \beta > 0$$

odkud

$$\operatorname{tg} \beta > f$$

neboli

$$\beta > \varphi$$

Zákonem pohybu půdní částice je v tomto případě

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2} g (\sin \alpha - f \cos \alpha) t^2 + v_0 t \\ y = 0 \end{cases} \quad (100)$$

Pohyb částice je v tomto případě rovnoměrně zrychlený.

Došlo dne 7. 9. 1984

СВАТОШ, З. — ФЛАЙШЕР, Н. М. (Научно-исследовательский институт сельхозтехники, Прага - Ржепы; Всесоюзный институт механизации, Москва): Движение почвенной частицы по поверхности долотного орудия. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 35-51.

В статье описывается способ определения рабочей поверхности рабочего орудия чизеля-культиватора с минимальным динамическим сопротивлением во время рабочего процесса. Проблематика понижения тягового сопротивления орудия для обработки почвы в настоящее время очень актуальна. Достаточно сослаться на факты, что в СССР с годовой добычи нефти приблизительно 28 % идет на обработку почвы, т. е. по существу на преодоление сил тягового сопротивления. Современные сельхозмашины позволяют повысить продуктивность преимущественно путем повышения рабочих скоростей, повышения ширины захвата, комбинации рабочего орудия, внедрения автоматизации и путем разработки новых нетрадиционных рабочих органов. Потребление энергии на обработку почвы можно понизить еще и разработкой рабочих органов с меньшим тяговым сопротивлением.

рабочая поверхность; движение частиц; угол трения; рабочий угол; столкновение

SVATOŠ, Z. — FLAJŠER, N. M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy; All-Union Institute of Mechanization, Moskva): *Movement of a Soil Particle along the Surface of Chisel Plow*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 35-51.

A method is described of determining the working surface of a chisel plow with the smallest dynamic resistance in the operation. A reduction in drawbar resistance of the implement during soil cultivation is a topical problem at present. It can be pointed out that approximately 28 % of annual volume of crude oil are used for soil cultivation, i. e. for overcoming the drawbar resistance. It is possible to enhance the performance of current farm machines by increasing speeds of operation and working width, by combining various implements, by introducing automation and by designing new, nontraditional working elements. Energy demand for soil cultivation can be decreased by designing the working elements with a lower drawbar resistance.

contact; working surface; particle movement; angle of friction; working angle

SVATOŠ, Z. — FLAJŠER, N. M. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy; Allunionsinstitut für Mechanisierung, Moskva): *Bewegung des Bodenteilchens auf der Oberfläche des Meißelgerätes*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (1) : 35-51.

Es wird ein Verfahren der Bestimmung der Arbeitsoberfläche eines Meißelgrubbers mit dem niedrigsten dynamischen Widerstand während des Arbeitsvorgangs beschrieben. Die Problematik der Senkung des Zugwiderstandes eines Bodenverarbeitungsgerätes ist heute sehr aktuell. Es genügt auf die Tatsache hinzuweisen, daß in der UdSSR von der jährlichen Erdölgewinnung annähernd 28 % für die Bodenbearbeitung verbraucht werden, d. h. im wesentlichen zur Überwindung der Zugwiderstandskräfte. Die gegenwärtigen landwirtschaftlichen Maschinen ermöglichen die Leistungserhöhung überwiegend durch Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeiten, der Angriffsbreite, durch Kombination der Arbeitsgeräte, durch Einführung der Automatisierung und durch Bildung von neuen, untraditionellen Arbeitsorganen. Der Energieverbrauch für die Bodenbearbeitung kann auch durch die Ausarbeitung von Arbeitsorganen mit niedrigerem Zugwiderstand gesenkt werden.

Zusammenstoß; Arbeitsoberfläche; Bewegung des Teilchens; Reibungswinkel; Arbeitswinkel

Adresy autorů:

Ing. Zdeněk Svatoš, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

N. M. Flajšer, Vsesvazový institut mechanizace, Moskva

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Pig environment.

D 69.889/2410

Alnwick, MAFF 1982. 42 s., 4 obr., 19 tab., 2 příl. Booklet 2410. (Prase — ustájení — větrání / Vepřiny — stájové klima — úprava)

E 43.728

KUTLEMBETOV, A. A. — BORZILO, A. N. — IGNATČENKO, I. F.

Kompleksnaja mechanizacija ferm po vyraščivaniju i otkormu molodnjaka krupnogo rogatogo skota.

Moskva, Kolos 1982. 253 s., obr., tab. (Skot mladý — výkrm a chov — mechanizace komplexní — příručka)

D 69.307/121

Wippomat foderfordeler type W 2. Fabrikant: Løvdala Svets & Metall, S 330 23 Smålandsstena, Sverige.

Byggholm, SjöF 1980. 6 s., obr., tab. Meddelelse nr. 121. (Dávkovače krmiv — zkoušení — Dánsko — zprávy)

Mullerup tørfodringsanlaeg.

D 69.307/263

Fabrikant og anmelder: Maskinfabriken Mullerup A/S, 5540 Ullerslev Fyn.

Byggholm, SjöF 1982. 9 s., obr., 2 tab. Meddelelse 263. (Dávkovače krmiv — krmiva suchá — prasata — MULLERUP — zkoušení — Dánsko — zprávy)

D 50.847/2769

Ventilationsutrustning från Dalby Stallmiljö AB. Franluftsdon.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1983. 10 s., 3 tab., 5 obr. Meddelande 2769. (Větrací klapky pro vymísťování opotřebovaného vzduchu — zkoušení — Švédsko — zprávy)

PŘÍNOS VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY K ROZVOJI VĚDNÍHO OBORU ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

ROZVOJ VĚDNÍHO OBORU „ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA“ V ČSSR

Před druhou světovou válkou se problematikou zemědělských strojů u nás zabývalo velmi málo institucí. Byly to především dvě základny pro testování strojů při vysokoškolských ústavech v Praze a Brně, tzv. Státní ústavy pro zkoušení zemědělských strojů. Podklady pro technicky účelnější konstrukci ručního nářadí a pro zlepšení organizace a zvýšení produktivity ruční práce vypracoval Ústav racionalizace práce při školním statku v Uhřetěvsi. Přestože byl dotován Masarykovou akademií práce, trpěl obdobně jako zkušební ústavy velmi skromným personálním a materiálovým vybavením. Vývoj nových strojů byl výlučně záležitostí konstrukčních oddělení výrobců zemědělské techniky a vycházel z jejich obchodních zájmů. Například firmy Becher, Knotek, Melichar, Vikov, Sigmund a další byly známé svými výrobky nejen v tuzemsku, ale i za hranicemi.

Rozhodující obrat nastává po roce 1948. V souvislosti s nastupující kolektivizací a postupným úbytkem pracovních sil v zemědělství se mění i zemědělská technická politika. Stále více se prosazují požadavky na konstrukci zemědělských strojů podle zdůvodněných agrotechnických parametrů a na nové formy využití mechanizačních prostředků. Potřeba rozvíjet nový vědní obor „zemědělská technika“ byl stále naléhavější, neměl však potřebnou institucionální základnu. Řídící orgány proto přistoupily k reorganizaci zemědělského školství a k budování vědeckovýzkumné základny zabývající se zemědělskou technikou. V roce 1952 je založena mechanizační fakulta VŠZ v Praze, která společně s ČVUT Praha a později s VŠZ v Brně a VŠP v Nitře vychovává zemědělské inženýrsko-technické kádry. O rok dříve zřídil ministr zemědělství ve smyslu zákona o mechanizaci zemědělství č. 27/45 resortní Výzkumný ústav pro mechanizaci zemědělství (VÚMEZ) se sídlem v Praze-Vokovicích. V jeho činnosti však převažovalo zkoušení zemědělských strojů a přímá pomoc při zavádění kolektivních forem hospodaření. Význam vědního oboru „zemědělská technika“ vzrostl natolik, že při založení ČSAZV v roce 1953 byl vytvořen samostatný obor mechanizace a elektrifikace zemědělství. Do této nové instituce přešel Výzkumný ústav mechanizace a elektrifikace zemědělství. Dosavadní zkušební činnost přinášela mnoho poznatků a zkušeností, nemohla však plnit funkci vědeckovýzkumnou, která se stala základním posláním ústavu. V roce 1956 byla zřízena samostatná Stanice pro zkoušení zemědělských strojů. VÚMEZ byl přemístěn do Prahy-Řep a v roce 1958 byl zreorganizován na Výzkumný ústav zemědělské techniky (VÚZT), který se stal vedoucím vědeckovýzkumným pracovištěm v oblasti technologického výzkumu. V roce 1972 se prosadila dělba práce mezi zeměmi RVHP i v oblasti zemědělského výzkumu a VÚZT se stal koordinačním střediskem pro zemědělskou techniku.

Všechny tyto skutečnosti podmiňují rozvoj vědního oboru „zemědělská technika“ a působí na něj. V první rozvojové etapě (léta 1951 až 1953) byly získávány základní poznatky o funkci strojů a jejich pracovních orgánů a stanovovány agrotechnické parametry na základě analýzy výsledků zkušebních testů. Teoretická báze čerpala z neucelených domácích zdrojů a zahraničních pramenů, především ze Sovětského svazu. Ve druhé vývojové etapě (léta 1953—1956) byla zemědělská technika začleněna do jednotného systému zemědělského výzkumu v rámci ČSAZV. Výzkumné úkoly se rozšířily o problematiku elektrifikace zemědělských procesů a rozvoj přístrojové měřicí techniky pro vědecko-výzkumné účely. Třetí etapa (léta 1956—1958) představovala přechod ke komplexnímu řešení technologických linek na základě vědeckých teoretických předpokladů. Do výzkumných úkolů byly zařazeny problémy agrofyziky procesů a materiálů. Progresivním prvkem výzkumného programu bylo zahájení systematického výzkumu soustavy zemědělských mechanizačních prostředků a energetických zdrojů. Některé výzkumné práce z této etapy předběhly svou dobu a našly uplatnění mnohem později. Jde například o výzkum výroby metanového plynu z chlévské mrvy, elektrizace vnitrostátkové dopravy, využití ústředních připraven krmiv atd.

Čtvrtá etapa (léta 1958—1972) byla obdobím intenzivního rozvoje komplexních technologických linek pro pěstování, sklizeň a skladování jednotlivých plodin. Hlavní pozornost byla zaměřena na mechanizaci sklizňových prací, posklizňovou úpravu a skladování produktů. Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo při mechanizaci prací u obilovin, brambor, cukrovky. Od roku 1963 byla úspěšně řešena problematika konzervace píce ve velkovýrobních podmínkách výrobou siláží a senáží. Význam těchto vědeckých prací byl však dočasně zastíněn rozvojem sušárenství. V živočišné výrobě byly zaváděny nové technologie v chovu skotu. Zkoumalo se uplatnění otevřených stájí a různých konstrukcí centrálních dojíren. Byla postavena řada experimentálních staveb pro drůbež, telata, mladý skot a dojnice.

Velmi rychlý rozvoj zaznamenal výzkum průřezových problematik jako např. zemědělské dopravy, energetických mobilních prostředků, opravárenství, agrofyziky zemědělských procesů a materiálů.

Pátá etapa rozvoje zemědělské techniky probíhá od roku 1972. Významně se začíná prosazovat mezinárodní dělba práce mezi zeměmi RVHP. Značná kapacita vědeckovýzkumné základny je věnována systematickému řešení problematiky základního výzkumu s cílem vytvářet vědeckou teoretickou bázi pro komplexní technologický výzkum a konstrukci strojů a zařízení nové generace, které musí splňovat požadavky na vyšší efektivnost, kvalitu práce, výkonnost a další agrotechnické nebo zootechnické parametry. Při konstrukci nových strojů se uplatňují automatizační a kontrolní prvky. Rozvoj mikroelektroniky a výpočetní techniky umožňuje vybavovat strojní linky automatizovanými systémy řízení s vazbou na provozní automatizované řídicí systémy v reálném čase. Vyšší užitná hodnota techniky se projevuje zvyšováním produktivity lidské práce, snižováním měrné spotřeby paliv, fyzické a duševní námahy obsluhy a měrných hmotností strojů. Stále větší význam je kladen na hodnocení strojů z hlediska ergonomického, bezpečnostního i z hlediska vlivu na životní prostředí.

Mezioborové vědní disciplíny, jako je například kybernetika, bio-

nika, měřicí a výpočetní technika, mikroelektronika, nauka o materiálech a další, vytvářejí základnu pro další intenzivní rozvoj vědního oboru „zemědělská technika“.

SOUČASNÝ PŘÍNOS VÚZT K ROZVOJI VĚDNÍHO OBORU

Jako ústav s celostátní působností plní VÚZT úkoly vyplývající z pověření funkcí koordinátora a řešitele úkolů státního plánu základního výzkumu, státního plánu rozvoje vědy a techniky a resortního plánu FMZVŽ, funkcí střediska vědeckotechnických informací v oboru zemědělská technika, funkcí vedoucího pracoviště VTR pro oblast zemědělské techniky, funkcí normalizačního střediska pro obor zemědělská technika a činností v oblasti vynálezů, zlepšovacích návrhů a funkcí školicího pracoviště pro výchovu vědeckých pracovníků v oboru 41-15-9 „Technika a mechanizace zemědělské a lesnické výroby“. Tento výčet je dovršen pověřením funkcí poradenského a konzultačního střediska problematiky racionalizace spotřeby paliv a energie v oblasti využívání zemědělské techniky v rostlinné a živočišné výrobě a funkcí prognostického pracoviště základního výzkumu zemědělské techniky.

Výzkumná činnost ústavu v 7. pětiletce je orientována na plnění úkolů vytyčených dlouhodobou koncepcí rozvoje československého zemědělství a na zajišťování potřeb socialistické zemědělské velkovýroby. Roční výzkumné plány reagují na podněty a úkoly plynoucí z jednání ÚV KSČ a vládních orgánů, rozpracovaných pro oblast rozvoje zemědělské techniky.

VÝCHOVA NOVÝCH VĚDECKÝCH PRACOVNÍKŮ

Jedním z rozhodujících faktorů, které určují stupeň rozvoje zemědělské techniky, je výchova nových vědeckých pracovníků a zvyšování jejich kvalifikace. Těmto otázkám je ve VÚZT věnována mimořádná pozornost. Za 33 let činnosti ústavu byla na tomto školicím pracovišti vychována řada vědeckých pracovníků ve studijním oboru 41-15-9 „Technika a mechanizace zemědělské a lesnické výroby“, kteří se v současné době významně podílejí na rozvoji zemědělské techniky.

VÚZT disponuje kádrem zkušených vědeckých pracovníků — školi-
telů, kteří systematicky zabezpečují výchovu vědeckých aspirantů pro vlastní organizaci a podle požadavků i pro ostatní organizace v ČSSR. V současné době jsou dva interní aspiranti před obhajobou kandidátské práce, jeden ukončil první rok studia a dva byli nově přijati. V externí vědecké výchově je zařazeno celkem 15 vědeckých aspirantů, z toho šest nově přijatých. Do vědecké přípravy na plánovaných výzkumných úkolech je zařazeno celkem deset pracovníků ústavu.

V roce 1983 byly před komisí pro obhajoby kandidátských disertačních prací, která vyvíjí svoji činnost ve VÚZT Praha-Řepy, obhájeny tři kandidátské práce:

1. Ing. Vladimír Havlíček (VVÚ STS a OZS, Praha-Malešice) obhájil kandidátskou disertační práci na téma: „Stanovení stavu hydrostatických soustav“.

Cílem předložené práce — v souladu se současným stavem rozvoje vědy, techniky a praxe a s přihlédnutím k progresivním perspektivním

metodám — je přispět k řešení problematiky zabezpečení přístrojů, strojů a zařízení pro péči o zemědělskou techniku.

V práci navrhuje disertant racionální metodu postupu řešení diagnostického systému hydrostatických soustav aplikovaných na zemědělské technice. Jde o obecnou metodiku postupu diagnostiky zemědělské techniky a ideový návrh diagnostického zařízení.

2. Ing. Vlastimil Tlustý (VÚZT Praha-Řepy) obhájil kandidátskou disertační práci na téma „Denní optimalizace nasazování mechanizačních prostředků na úkoly rostlinné výroby“.

Denní optimalizace nasazování mechanizačních prostředků a pracovních sil na úkoly rostlinné výroby spočívá v nalezení jejich nejvhodnějšího přiřazení, splňujícího zadané omezující podmínky.

Cílem práce je navrhnout algoritmus řešení tohoto problému, ověřit správnost navrženého algoritmu na testovacím souboru dat, vypracovat konkrétní verzi algoritmu pro experimentální zemědělský podnik a vytvořit soubor příslušných programů pro jeho realizaci.

3. Ing. Zdeněk Abraham (VÚZT Praha-Řepy) obhájil kandidátskou disertační práci na téma „Organizace a řízení péče o techniku v zemědělském podniku“.

Ve své práci řeší disertant otázky organizace a řízení péče o techniku v zemědělském podniku, především z hlediska zajištění a využití nezbytné informační základny.

Cílem disertační práce bylo:

- doplnit platnou prvotní evidenci o údaje nezbytné pro plánování a řízení péče o techniku;

- navrhnout, realizovat a v praxi ověřit automatizovaný sběr a zpracování těchto údajů;

- zpracovat analýzu využití informací z výstupních sestav pro potřeby plánování a řízení péče o techniku;

- zpracovat základní normativní údaje z oblasti péče o techniku.

Kladným rysem práce je, že návrh systému řízení péče o techniku byl s úspěchem ověřen v praktickém provozu oborového podniku Státní statek v Tachově.

ZKUŠENOSTI VÚZT Z MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE PŘI VÝCHOVĚ VĚDECKÝCH KÁDRŮ

Kvalitativní zvrat v požadavcích na zaměření vědecké výchovy tvůrčích vědeckých pracovníků nastal po roce 1972, kdy byl Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze-Řepích pověřen činností Koordinačního střediska zemí RVHP pro problém „Mechanizace, automatizace a elektrifikace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě“.

Program mnohostranné vědeckotechnické spolupráce Koordinačního střediska obsahuje v současné době 15 vědeckovýzkumných mezinárodních úkolů, přitom u tří úkolů je Výzkumný ústav zemědělské techniky hlavní řešitelskou organizací. Kromě koordinace a řešení mezinárodních výzkumných úkolů plní pracovníci střediska další povinnosti, jako je příprava pracovních materiálů pro zasedání Rady zmocněnců, kontrola plnění povinností a závazků spolupracujících výzkumných ústavů, zpracování metodicko-organizačních materiálů, příprava Bulletinu Koordinačního střediska k vydání atd.

Znamená to, že na vědecké pracovníky, kteří se zúčastňují všech vyjmenovaných činností, jsou proti ostatním kladeny kvalitativně vyšší požadavky, týkající se:

- znalostí specifických problémů, potřeb a zájmů jednotlivých zemí RVHP v oblasti rozvoje zemědělské techniky,
- znalostí forem mezinárodní vědeckotechnické spolupráce,
- uplatnění zásad činnosti mezinárodních kolektivů specialistů, pracujících na úkolech podle programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce Koordinačního střediska,
- v neposlední řadě i širších a hlubších jazykových znalostí.

Společné řešení problémů vědy a techniky si zákonitě vyžádalo i zkvalitnění forem výchovy vědeckých pracovníků a zvyšování jejich kvalifikace. V důsledku toho jsme přistoupili k těmto opatřením:

1. Každoroční konkursy pro přijímání pracovníků ústavu do vědecké výchovy jsou usměrňovány mimo jiné i z hlediska potřeb vědeckých kádrů pro zajišťování mezinárodní vědeckotechnické spolupráce v příštím období.

2. V součinnosti s orgány Státní komise pro VTRI a s federálním ministerstvem zemědělství a výživy jsou vybraným pracovníkům ve vědecké výchově nebo těsně po jejím ukončení organizovány studijní pobyty ve vědeckých pracovištích různých zemí RVHP, a to pokud možno tam, kde v řešení dané problematiky pokročili nejdále.

3. V součinnosti s ministerstvem školství a s federálním ministerstvem zemědělství a výživy ČSSR jsou vysíláni pracovníci ústavu do zahraničí na externí vědeckou výchovu.

V posledních letech se uskutečnila řada dlouhodobějších studijních stipendijních pobytů našich pracovníků ve vědeckovýzkumných institucích v Sovětském svazu i v dalších zemích RVHP, například v NDR, BLR, PLR atd. Naproti tomu jsme v našem ústavu zabezpečili studijní pobyty pro pracovníky z NDR, PLR a dalších zemí RVHP.

Čtyři pracovníci ústavu studují externě aspiranturu v Sovětském svazu. Po skončení jejich studia počítáme (podle možností sovětské strany) s přijetím dalších uchazečů.

Všechna tato opatření mají velmi příznivý vliv na vytváření pracovních i osobních kontaktů, které jsou předpokladem pro úspěšná jednání mezinárodních kolektivů specialistů řešících jednotlivé problémy programu mnohostranné vědeckotechnické spolupráce Koordinačního střediska nebo dvoustranné spolupráce s jednotlivými zeměmi RVHP.

Jako příklad takovéto úspěšné spolupráce lze uvést ověřování prvků linky nízkoteplotního sušení a tvarování objemových krmiv ve spolupráci se SSSR, nebo vývoj nových principů zemědělské dopravy společně s NDR.

Na základě dosud získaných pozitivních zkušeností počítáme v Koordinačním středisku v rámci možností i nadále s mezinárodní spoluprací s institucemi zemí RVHP při výchově nových vědeckých kádrů a zvyšování jejich kvalifikace.

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

STUDIUM TECHNOLOGIÍ ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY VE VELKÉ BRITÁNII VE VZTAHU K RACIONALIZACI SPOTŘEBY ENERGIE

Poznatky ze studijních pobytů pracovníků VÚZT v zahraničí přispívají významnou měrou k efektivnímu a racionálnímu řešení výzkumných úkolů a ke srovnání našich výsledků se světovou špičkou.

Studijní cesty do Velké Británie se zúčastnili doc. ing. Evžen Pick, CSc., z VÚZT Praha a ing. Karel Ren, CSc., z SK VTRI a získali zajímavé poznatky z oblasti zabezpečování energie pro zemědělství.

Britské zemědělství (podobně jako i celé národní hospodářství) stojí v současné době před problémem vypořádat se s obtížemi při získávání potřebného množství energie.

Nedostatek fosilních paliv je navíc doprovázen trvalým nárůstem jejich ceny. Tato situace nutí zemědělství racionalizovat využití energie a využívat i její alternativní zdroje.

Podíl odvětví zemědělství a výživy na celkové spotřebě energie ve Velké Británii je charakterizován těmito údaji:

zemědělství (prvovýroba)	3,9 %
zpracování, balení, distribuce	7,0 %
skladování a úprava potravin	4,9 %

c e l k e m	15,8 % (9260 PJ)
-------------	------------------

Znamená to tedy, že necelých 16 % energie zabezpečuje výživu obyvatelstva, přičemž méně než 4 % jsou využita pro výrobu veškeré zemědělské produkce.

Energie je do zemědělství dodávána v těchto formách:

pevná paliva	1,1 %
kapalná paliva	23,6 %
elektrická energie	9,2 %
hnojiva	23,1 %
zemědělské stroje	14,4 %
krmiva (dodávaná do zemědělství)	14,2 %
chemické prostředky	2,4 %
stavby	6,3 %
doprava (služby)	4,5 %
jiné	1,2 %

Je zřejmé, že největší podíl energie přichází do zemědělství ve formě hnojiv a kapalných (motorových) paliv.

Kapalná (motorová) paliva jsou používána pro:

traktory a samojízdné stroje	48,5 %
automobily	15,8 %
vytápění skleníků	25,2 %
vytápění a sušení	10,5 %

celkem	100,— %
--------	---------

V současné době jsou doporučovány tyto formy racionalizace spotřeby paliv a energie:

Traktory a samojízdné stroje

Dosažení úspory paliva je koncentrováno do čtyř nejvýznamnějších okruhů:

- údržba,
- volba pneumatik a závaží,
- způsob jízdy,
- volba traktoru a odpovídajícího nářadí.

Výsledky NIAE Silsoe (Národní ústav zemědělské techniky) prokazují, že traktor v běžném provozu ztrácí ročně do 10 % výkonu, pokud není pečlivě udržován. Zejména včasnou výměnou vstřikovacích trysek a čističů vzduchu je možné ušetřit 5 až 15 % paliva. Rovněž stav akumulátorů a spouštěče se může výrazně projevit na spotřebě paliva.

Minimální měrná spotřeba paliva leží obvykle v oblasti maximálního kroutivého momentu, tj. při snížených otáčkách motoru. Je proto výhodné pracovat na vyšší převodový stupeň při nižších otáčkách. Z těchto hledisek by rovněž bylo výhodné použití rychloběhů při dopravních pracích.

Velkou pozornost je třeba věnovat volbě pneumatik a závaží. Nevhodná kombinace může zvýšit spotřebu paliva o 5 až 20 %. Každých nadbytečných 45 kg závaží na kole zvyšuje spotřebu paliva o 1 až 2 %. Naopak z hlediska zamezení ztrát prokluzem se jeví jako výhodnější pneumatiky větších rozměrů. Radiální pneumatiky pracují s účinností o 5 až 10 % vyšší než diagonální. NIAE konstatuje, že většina traktorů o výkonu nad 50 kW má poddimenzované hnací pneumatiky. Prokluz by neměl v žádném případě přesáhnout 15 až 20 %. Je proto často výhodnější pracovat s menší šířkou záběru a větší pracovní rychlostí.

Rozhodující je vhodná volba soupravy traktoru s nářadím. Srovnání (NIAE) traktoru nízkého výkonu (36 kW) s optimálním nářadím se středním traktorem (56—66 kW) se stejným nářadím ukazuje na vzrůst spotřeby o 20 až 27 %. Rovněž měrná spotřeba u traktorů nabízených na trhu kolísá o více než 15 %.

Byly rovněž získány obecné poznatky o racionalizaci spotřeby paliv a energie při zpracování půdy, hnojení, sušení, dopravě, vytápění budov, dojení, spalování slámy apod.

Značná pozornost je věnována těmto problémům:

V ADAS Reading [Zemědělská poradenská služba], NIRD Shinfield [Národní ústav pro výzkum chovu dojníc] a NSAC Aberdeen [Zemědělská vysoká škola severního Skotska] jsou tyto problémy řešeny jak teoreticky, tak i experimentálně.

Hlavní cíl v současné době představuje otázka, jak zbavit exkrementy (u velkých koncentrací) zápachu systémem okysličování.

V NIRD Shinfield zpracovávají výkaly od 300 dojnic o vstupní sušiny 12 až 14 %. Fermentor obsahuje materiál do hloubky 3 m, je vyhříván vodou 45 až 50 °C teplou, promícháván bioplynem zhruba sedm hodin denně. Hnůj je nejprve mechanicky odseparován, tuhá část je použita k výrobě kompostů, nebo se obohacuje červy ke krmeným účelům.

Bioplyn je využíván k výrobě elektrické energie, potřebné k procesu dojení [výkon spalovacího motoru 37 kW]. Použití k pálení cihel v blízké cihelně nebylo povoleno z bezpečnostních důvodů (rozvod potrubím o délce 300 m).

Řeší se problém skladování bioplynu nebo akumulace elektrické energie do baterií.

Teprve od roku 1983 je povoleno napojit zdroje energie na síť (dodávat do sítě), zatím to však není efektivní (1 kW = 1,3 pence). Na trhu jsou k dispozici zařízení firmy SERCK (obdobu FIAT — TOTEM), přeměňující bioplyn na elektrickou energii a teplo.

V NSAC Aberdeen se zabývají hlavně netradičními zdroji energie: bioplynem a větrnou energií.

Bioplyn je získáván z prasečích výkalů od 1200 kusů (50 % výkrmu). Pod 2 % sušiny je výroba neefektivní. Bioplyn se používá k výrobě elektrické energie, teplo je využito přímo v provozu. Skladovací objem má plochu 300 m³, cena celého systému je 60 tisíc Lstg. Obecně je výroba bioplynu zatím neefektivní.

Mikrobiální fermentace nastává při teplotě 35 °C, recirkulační voda použitá k temperování má teplotu do 50 °C.

Bioplynem je poháněn lodní vznětový motor 65 kW. Problémem je utěsnění, protože bioplyn napadá měď a její sloučeniny. Obsahuje více mazivých látek než zemní plyn. Systém TOTEM nepovažují v Británii za vhodný. Motor má sníženou hlavu, jednoduchý směšovač, je jistěn proti zastavení přívodu plynu, přehřátí, havárii mazací soustavy apod.

Podle NSAC je nejvýhodnější celoroční využití bioplynu pro výrobu elektrické energie.

V Anglii je sedm provozů k výrobě bioplynu. ADAS Reading sleduje čtyři provozy asi dva měsíce. Na problematice pracuje pět pracovníků disponujících mobilní laboratoří, v níž mají možnost vyhodnotit sušinu, objem, teplotu, kalorický obsah plynu, obsah metanu a kyslíčnicku uhličitého. Řešení je dotováno státem (u farmářů) ve výši 20 až 25 %.

VĚTRNÁ ENERGIE

Ve Skotsku je zejména v pobřežních oblastech mnoho oblastí, které poskytují možnost využít větrnou energii. Větrné elektrárny jsou (zatím v nevelkém množství) budovány na místech větrných mlýnů.

Komerčně je dodáváno zařízení (holandské výroby, plně automatizované) v ceně 35 tisíc Lstg. Výkon generátoru je 60 kW; při rychlosti do 12 m.s⁻¹ mají automatický přechod na 32 kW; při rychlosti nad 22 m.s⁻¹ se provoz vypne. Rozšíření bránil zákaz dodávat elektrickou energii do sítě. Od roku 1983 byl zákaz zrušen, přesto není zatím zařízení výhodné (cena 1 kWh = 1,3 pence).

VYUŽITÍ ENERGIE VE SKLENÍCÍCH

V Anglii je 2300 ha skleníků, z toho cca 90 % skleněných, zbytek z PVC. 70 % skleníků má vytápění (6 % plyn, 4 % uhlí, 90 % olej — 22 % LTO, zbytek nafta). 38 % skleníků má automatickou regulaci teploty — teplo se rozvádí vodou nebo vzduchem. 25 % skleníků má zavlažování, což zvyšuje výnos trojnásobně.

V současné době řeší NIAE Silsoe problematiku stínění skleníků z hlediska regulace osvětlení a snížení tepelných ztrát. V ústavu je 50 hektarů stíněných skleníků. Zakrytí snižuje výnosy v průměru o 7 %, ale šetří 30 až 35 % tepla. Srovnávají se různé druhy materiálů pro stínění, firma Dunlop dodává tkanivo, které udržuje i optimální vlhkost. Při ceně 1 Lstg na 1 m² (nejdražší — polyuretan s hliníkovými pásky) se dosahuje návratnosti za dva až tři roky.

Nejvhodnějším stínícím materiálem je Mahmex firmy ICI, což je dvojitá folie, ze které se ve dne odsaje vzduch, v noci se do ní naopak vhání. Tento materiál má vynikající izolační vlastnosti. Při dvojnásobné ceně poskytují úspory na palivu návratnost za tři až čtyři roky.

Sleduje se provoz experimentálních skleníků (8 ha) využívajících odpadní teplo z elektrárny (návratnost investic tři roky). Ve Skotsku se využívá odpadní teplo sladoven ječmene (také pro chov ryb).

Sluneční kolektory se ve skleníkovém hospodářství nevyužívají (pouze v malé míře u rodinných domků).

Spotřeba energie ve sklenících je soustředěna do zimního období (květen až září pouze 20 %). Hledají se proto náhradní zdroje, ale topné oleje jsou zatím nezastupitelné. Použití tepelných čerpadel (na trhu je k dispozici dostatečný sortiment) je rovněž zatím ekonomicky neefektivní.

SOLÁRNÍ SENÍK

V SIAE Penicuik (Skotský ústav zemědělské techniky) je řešeno využití sluneční energie pro dosoušení zrna a sena systémem vzduchových kolektorů.

Pro experimentální účely je vybudován solární sklad. Celková plocha slunečních kolektorů na střeše a na jižní stěně činí 320 m². Sklad se skládá ze dvou symetricky shodně vybavených částí, v nichž je možné srovnávat proces dosoušení s použitím vzduchu přehřátého sluneční energií a vzduchu nepřehřátého. Dvouletým provozem byla prokázána možnost úspory 30 % energie. Kolektor je vytvořen přímo povrchem budovy, krytý hliníkovým plechem trapezového profilu s akrylátovou antikorozní výstelkou a s vnější stěnou ze sklolaminátů (Filon 3/010), hnědě natřenými (kompromis mezi fyzikálními a estetickými

požadavky). Vybavení měřicími přístroji umožňuje detailně sledovat proces sušení jak sena, tak i zrna (publikované výsledky výzkumu jsou k dispozici).

ZÁVĚR

Studijní cesta umožnila navštívit přední vědeckovýzkumné instituce Velké Británie a v poměrně krátkém časovém rozmezí si upřesnit poznatky o organizaci a začlenění výzkumu zemědělské techniky a energetiky. Podkladové materiály unikátního charakteru jsou k dispozici k nahlédnutí ve VÚZT.

Doc. ing. Evžen P i c k, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

CENY ČSAZ ZA VÝZKUMNOU PRÁCI

Československá akademie zemědělská udělila dvě ceny a dvě čestná uznání za vynikající výzkumné práce v oblasti zemědělství, potravinářského průmyslu a lesnictví za rok 1983. Ocenění předal 5. listopadu 1984 v Praze předseda ČSAZ akademik Karel Kudrna.

Za soubor výzkumných prací o agrobionice, včetně výzkumu, vývoje, aplikace přístrojové techniky a využití bioniky při řízení technologických systémů, řešených ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky Praha-Řepy, získal cenu ČSAZ kolektiv pracovníků pod vedením prof. ing. Miloslava Velebila, DrSc., ing. Jaroslava Hauptmana, CSc. a ing. Ivana Dieterta.

Další cenu za soubor výzkumných prací k elektrickým metodám měření vlastností potravinářských materiálů, zejména k dielektrickým vlastnostem řepky a elektronickému měření mrazuvzdornosti rostlin a jejich dalších vlastností, převzal kolektiv pracovníků Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu v Praze pod vedením ing. Josefa Mládky, CSc.

Čestné uznání ČSAZ bylo uděleno ing. Jiřímu Lhotskému, DrSc., a kolektivu spolupracovníků z Výzkumného ústavu pro zúrodnění zemědělských půd Praha-Zbraslav za výsledky výzkumu zúrodnování zhutnělých orných půd.

Druhé čestné uznání ČSAZ za výsledky výzkumu metod hodnocení a testace plemenných zvířat získali ing. Josef Přibyl, CSc., prof. ing. Jan Váchal, DrSc., a spoluřešitelé z Výzkumného ústavu živočišné výroby Praha-Uhřetěves.

Česká vědeckotechnická společnost potravinářského průmyslu a pobočka ČVTS odboru potravinářského inženýrství VÚPP v Praze 10 pořádají při příležitosti výstavy SALIMA '85 ve dnech 27. a 28. února 1985 v Park-interhotelu v Praze konferenci se zahraniční účastí

ELEKTRONIKA V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Odborným garantem akce je ing. Josef Mládek, CSc., Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, odbor potravinářského inženýrství, Třebohostická 12, Praha 10.

OBSAH

Pastorek Z.: Zaměření činnosti Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích po 4. a 8. zasedání ÚV KSČ	1
Staněk J.: Vliv zrakových podmínek na pracovní pohodu obsluhy samojízdných strojů pro sklizeň píce	3
Berounský B.: Tvorba optimálních mikroklimatických podmínek v zakrytých pěstebních porostech přirozeným větráním	13
Andert A.: Rozvoj teorie zkoušení mobilních mechanizačních prostředků v náhodně proměnných zemědělských podmínkách	21
Svatoš Z., Flajšer N. M.: Pohyb půdní částice po povrchu dlátového nářadí	35

Informace

Pastorek Z.: Přínos Výzkumného ústavu zemědělské techniky k rozvoji vědního oboru zemědělská technika	53
Ceny ČSAZ za výzkumnou práci	63

Ze zahraničí

Pick E.: Studium technologií zemědělské výroby ve Velké Británii ve vztahu k racionalizaci spotřeby energie	58
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

Станек Я.: Влияние зрительных условий на рабочее спокойствие персонала самоходных силосоуборочных машин	10
Бероунский Б.: Создание оптимальных микроклиматических условий в посевах закрытого грунта при помощи естественной вентиляции	13
Андерт А.: Развитие теории методов испытания подвижных средств механизации в случайно переменных сельскохозяйственных условиях	33
Сватош З., Флайшер Н. М.: Движение почвенной частицы по поверхности долатного орудия	51

CONTENTS

Staněk J.: The Influence of Sight Conditions on the Working Easiness of Operators of Self-Propelled Forage Harvesters	10
Berounský B.: Natural Ventilation Helps to Create Optimum Microclimatic Conditions in Sheltered Cultures	20
Andert A.: Development of the Theory of Testing Methods of Automotive Farm Machines in Randomly Variable Agricultural Conditions	33
Svatoš Z., Flajšer N. M.: Movement of a Soil Particle along the Surface of Chisel Plow	51

INHALT

Staněk J.: Einfluß der optischen Bedingungen auf Arbeitsbehaglichkeit des Bedienungspersonals der selbstfahrenden Maschinen für die Futterernte	10
Berounský B.: Bildung von optimalen mikroklimatischen Bedingungen in verdeckten Anbaubeständen durch natürliche Lüftung	20
Andert A.: Entwicklung einer Theorie der Untersuchungsmethoden mobiler Mechanisierungsmittel unter zufällig veränderlichen landwirtschaftlichen Bedingungen	34
Svatoš Z., Flajšer N. M.: Bewegung des Bodenteilchens auf der Oberfläche des Meißelgerätes	51

Rukopisy odevzdány k tisku 29. 9. 1984 — Podepsáno k tisku 26. 11. 1984

Vědeckým redaktorem tohoto čísla byl ing. Zdeněk Pastorek, CSc.

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