

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

1

ROČNÍK 26 (LIII)
PRAHA
LEDEN 1980
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1980

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. 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 разрешенных 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 Praha 2, Slezská 7.

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

J. Svatoš, K. Žák, J. Hájek

SVATOŠ, J. — ŽÁK, K. — HÁJEK, J. (Vysoká škola zemědělská Praha, provozně-ekonomická fakulta, České Budějovice): *Využití výkonu traktoru při zpracování půdy na svahu*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 1-9.

Půdu lze zpracovávat stroji s druhotným pohybem pracovních orgánů nebo bez druhotného pohybu těchto orgánů. Příkon, měrnou práci a prokluz tažného stroje na svahu jsme porovnávali u traktoru Z 5647 s přívěsným radličným pluhem 3PZ-30 a rotačním pluhem RP-180. Experimentálním měřením a teoretickým řešením jsme zjistili vhodnost zemědělských strojů s druhotným pohybem pracovních orgánů pro jejich práci na svahu.

orba; svah; energetická náročnost; pevné nebo pohyblivé pracovní orgány

Značná část zemědělské výroby je zajišťována v oblastech svahovitých pozemků, pro které není zatím zajištěna zemědělská technika. Požadavky na tuto techniku pro práci v horských a podhorských oblastech jsou podstatně větší, než pro stroje v rovinatých oblastech. Jedná se zejména o stabilitu, energetické ztráty vlivem svahu, kvalitu práce, bezpečnost a erozi půdy.

Prozatím nejpoužívanějším mobilním energetickým prostředkem v zemědělství je traktor. Používá se ho jednak jako tažného prostředku, kde výkon jeho motoru musí předat pneumatika na podložku (doprava, orba radličným pluhem a většina strojů na předseťovou přípravu), nebo se výkon rozděluje na pohon stroje vývodovým hřídelem a na pojezd agregátu (rotační kypřiče, žací lišty, řezačka). Další možnost je využití celého výkonu motoru traktoru vývodovým hřídelem pro pohon strojů (nakladač). Abychom mohli posoudit vhodnost přenosu výkonu motoru traktoru vývodovým hřídelem nebo hnací pneumatikou na svažitéch pozemcích, měřili jsme potřebný výkon pro práci radličným pluhem a porovnávali jsme jej s výkonem pro rotační pluh.

U obou uvedených principů strojů (s druhotným a bez druhotného pohybu pracovních částí) byly odlišné výsledky práce na svahu v porovnání s rovinou. Rozdílná byla i energetická náročnost orby. Nedostatky, které na svahu vykazuje rotační pluh, lze navíc odstranit nebo zmírnit snáze, než obdobné nedostatky u radličného pluhu.

Tato zjištění, doplněná teoretickými energetickými rozbory souprav, byla příčinou rozhodnutí zaměřit další výzkum na porovnání problematiky činnosti radličného pluhu s rotačním pluhem RP-180 (funkční model zhotovený ve VÚZS).

K porovnání byl použit přívěsný pluh, protože u něho je měření tažné síly snadné a přesné. Katedra zemědělské techniky nebyla vybavena třísložkovým dynamometrem pro měření tažné síly nesených strojů. Proto energetický rozbor suvných sil přenášovaných na traktor u rotačního pluhu byl uskutečněn jen pomocí prokluzu. Hnací moment otočného bubnu byl měřen torzním dynamometrem.

Orba na svahu se liší od orby v rovině nejen kvalitou práce, ale také energeticky. Je to dáno tím, že energetická bilance soupravy je závislá na sklonitosti svahu a tím, že také svah mění hodnotu měrného odporu pluhu při orbě. Na svažitém pozemku se stejnorodou půdou ve stejné hloubce je i konstantní měry odpor půdy. Měrný odpor pluhu však kolísá podle způsobu orby (po vrstevnici nebo spádnici) i sklonitosti svahu. V důsledku toho technika orby na svahu i sklonitost svahu ovlivňují základní provozní ukazatele soupravy jako výkonnost, měrnou spotřebu nafty i náklady na orbu.

Také v ČSSR byla věnována přiměřená pozornost rotačním strojům, a to ve výzkumu i ve výrobě. Vývojem radliček rotačných kypřičů a plečků se zabýval Výzkumný ústav zemědělských strojů, kde byl navržen a zkoušen rotační pluh RP-180 ve dvou variantách: RP-180L s radlicí ve tvaru „L“, s průměrem bubnu 780 mm a RP-180U s radlicemi ve tvaru „U“, s průměrem bubnu 900 mm. Toto druhé řešení pluhu bylo použito pro naše porovnání. Práce pluhu s radlicemi „L“ je obdobná práci rotačního kypřiče, který však předčí hlubinným zásahem (Hubálek, 1967). Radlice „U“ mají pružné nástavce, které oddělují v půdě odříznutou skývu. Skýva se tře o čepel radlice a dosednutím na pružný nástavec je unášena ve směru rotace bubnu, čímž se současně obrací. Při dalším otočení radlice přestávají působit třecí síly, které udržovaly skývu v pohybu, ta odpadá vlastní tíží, převrácena k zemi (Hubálek, 1966). Podle tohoto autora pluh vyhovuje agrotechnickým i ekonomickým požadavkům.

METODIKA

POROVNÁNÍ PLUHU 3PZ-30 S ROTAČNÍM PLUHEM RP-180

a) Měřili jsme na svahovitém pozemku. Orba byla provedena na nepodmítnutém strništi o vlhkosti půdy 12,2 % v hloubce 5 cm. Orniční profil byl téměř bez kamene. Druh půdy: písčitá jilnatohlinitá (podle Kopeckého). Tvrdost půdy: na povrchu 2,7 MPa; na dnu brázdy 3,5 MPa. Měřicí úseky dlouhé 20 m byly vytýčeny tak, aby orba byla spádnicová nebo vrstevnicová. V každém úseku se jelo minimálně dvakrát.

b) K měření bylo použito přívěsného pluhu 3PZ-30 s odhrnovačkami orebních radlic K-30 (dřívější označení). Rotační pluh RP-180 je funkčním modelem VÚZS. Je konstruován na principu horizontálního rotačního bubnu s osou uloženou kolmo na směr jízdy. Pracovní buben je tvořen 24 radlicemi uspořádanými do vícechodé šroubovnice. Každá radlice má šípovou čepel a dvě slupice. Pracovní záběr pluhu je 180 cm,

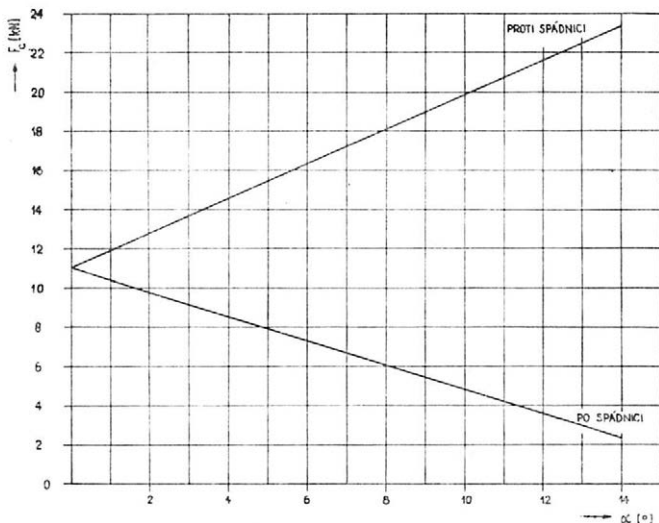
průměr bubnu 90 cm, maximální pracovní hloubka je 27 cm. Měřili jsme při otáčkách bubnu $1,017 \text{ s}^{-1}$. Podrobnější popis konstrukce uvádí H u b á l e k (1966). Oba pluhy byly agregovány s traktorem Z 5647, který měl hmotnost 3450 kg a rozchod hnacích kol 1500 mm. Všechna měření se konala při prvním rychlostním stupni.

c) Při zkouškách byla měřena tažná síla, hloubka orby, záběr pluhu, spotřeba nafty, čas jízdy a prokluz kol traktoru. Způsob měření uvedených veličin vycházel z normované metodiky pro zkoušky pluhů. K měření tažné síly bylo použito mechanického registračního dynamometru typu HKS-1. Spotřeba nafty byla měřena spotřeboměrem pro krátké tratě s trojcestným kohoutkem.

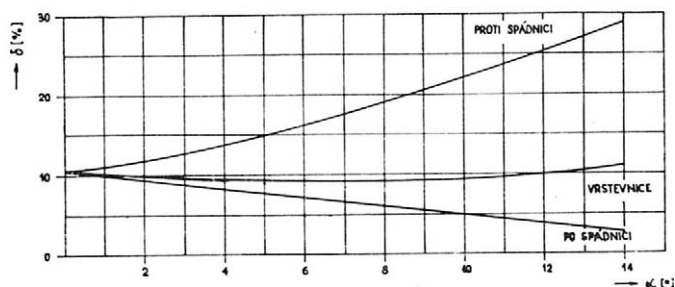
VLASTNÍ PRÁCE

Je obecně známo, že prokluz kol traktoru při práci na svahu je funkcí sklonitosti svahu. Suvná síla F_c , přenášená hnacími koly, je součet odporu pluhu, sinové složky hmotnosti traktoru a valivého odporu. Její průběh závislosti na svahu je vyjádřen na obr. 1 pro jízdu po spádnicí a proti ní. Z průběhu je zřejmé, že spádníková orba z hlediska energetické náročnosti je nevýhodná, neboť vykazuje značný rozdíl mezi jednotlivými způsoby jízdy. Mobilní energetický prostředek by musel být navržen pro jízdu proti spádnici při maximálním zatížení, ale pro jízdu po spádnici tento výkon využít není a zatížení by bylo značně nerovnoměrné. To má vliv nejen na životnost traktoru, ale i na ekonomické ukazatele.

1. Závislost přenášené tažné síly mezi koly a podložkou na úhlu svahu α při orbě s radiálním pluhem 3PZ-30 — A dependence of the transmission of drawbar power between the wheels and undercarriage on the slope angle α in the course of plowing with the share plow 3PZ-30

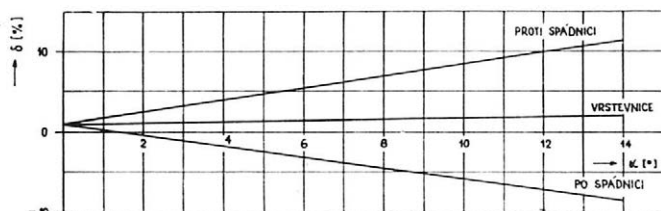


Průběh středního prokluzu hnacích kol traktoru s pluhem 3PZ-30 pro vrstevnicovou a spádníkovou orbu je vyjádřen graficky na obr. 2. Za nejvýhodnější lze označit jízdu po vrstevnici, při které se měřilo obrácení skývy proti svahu při jízdě traktoru v brázdě. Průběh prokluzu při vrstevnicové orbě je dán změnou záběru pluhu a postavením traktoru při jízdě v brázdě.

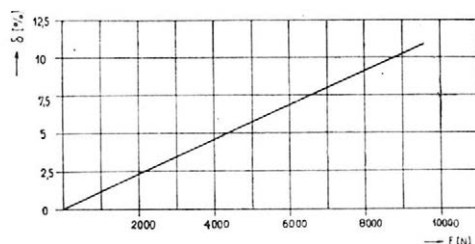


2. Závislost středního prokluzu hnacích kol traktoru Z 5647 při orbě s taženým radličným pluhem 3PZ-30 na úhlu svahu α — A dependence of the mean slip of driving wheels of the Z 5647 tractor with the drawn share plow 3PZ-30 during plowing on the slope angle α

3. Závislost středního prokluzu hnacích kol traktoru Z 5647 při orbě s rotačním pluhem RP-180 na úhlu svahu α — A dependence of the mean slip of driving wheels of the Z 5647 tractor with the rotary plow RP-180 during plowing on the slope angle α

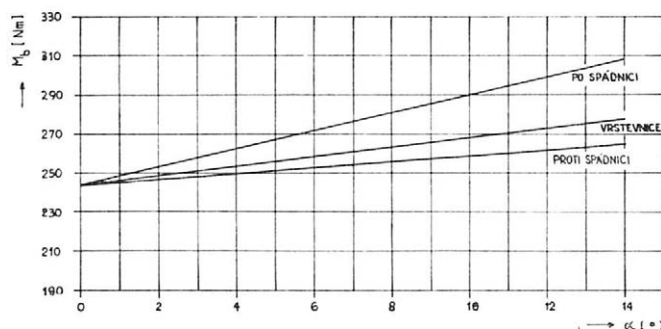


Na obr. 3 je graficky vyjádřen střední prokluz hnacích kol traktoru Z 5647 v agregaci s rotačním pluhem RP-180. Ze vzájemného porovnání prokluzů na obr. 2 a 3 je zřejmé, že prokluzy soupravy Z 5647 + RP-180 (hloubka 18,4 cm, záběr 183 cm, rychlost 0,61 m s⁻¹) jsou nižší než Z 5647 + 3PZ-30 (hloubka 18,2 cm, záběr 94 cm, rychlost 1,41 m s⁻¹ — hodnoty záběru a hloubky jsou uvedeny pro seřízení pluhu pro práci na rovině) a v případě jízdy po spádnici dosahují záporných hodnot. Z velikosti prokluzů při určitém způsobu jízdy, vyjádřených na obr. 2 a 3 (proti spádnici, po spádnici, po vrstevnici) grafickým znázorněním pře-



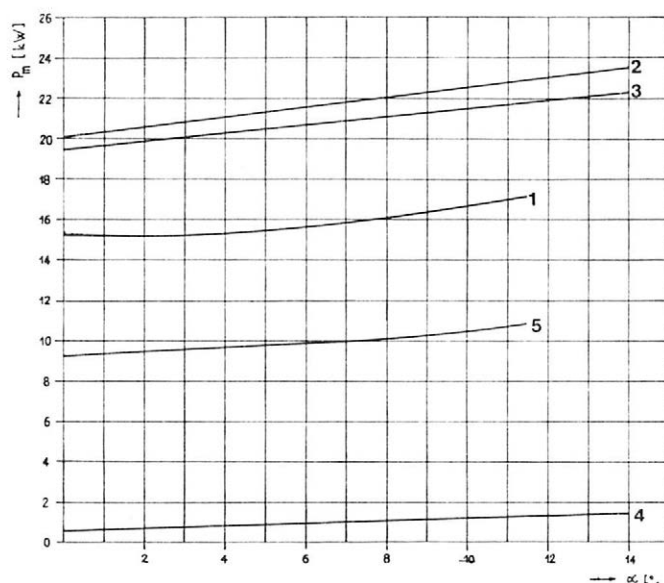
4. Závislost středního prokluzu hnacích kol traktoru Z 5647 na přenášené tažné síle F_c mezi jeho koly a podložkou při orbě s radličným pluhem 3PZ-30 — A dependence of the mean slip of driving wheels of the Z 5647 tractor on the transmitted drawbar power F_c between its wheels and undercarriage in the course of plowing with the share plow 3PZ-30

5. Závislost momentu síly přenášeného vývodovým hřídelem traktoru Z 5647 na úhlu svahu α při orbě s rotačním pluhem RP-180 — A dependence of the moment of force transmitted by the power take-off in the Z 5647 tractor on the slope angle α in the course of plowing with the rotary plow RP-180



nášených sil hnacími koly v závislosti na svahu [obr. 1] a grafickým znázorněním prokluzu v závislosti na silách přenášených hnacími koly [obr. 4] při orbě Z 5647 s pluhem 3PZ-30, byly vypočítány síly pro jednotlivé způsoby jízdy pro orbu Z 5647 s rotačním pluhem RP-180. Z těchto vypočítaných sil a z naměřených rychlostí byl vypočítán podíl výkonu přenášeného hnacími koly při práci s rotačním pluhem (obr. 6 až 8).

Na obr. 5 je znázorněn průběh točivého momentu vývodového hřídele přenášeného přes převod na buben pluhu RP-180 pro uvedené způsoby jízdy na svahu. Z vypočtených otáček vývodového hřídele a jeho točivého momentu byl stanoven výkon přenášený vývodovým hřídelem. Otáčky vývodového hřídele byly vypočteny z otáček motoru. Největší



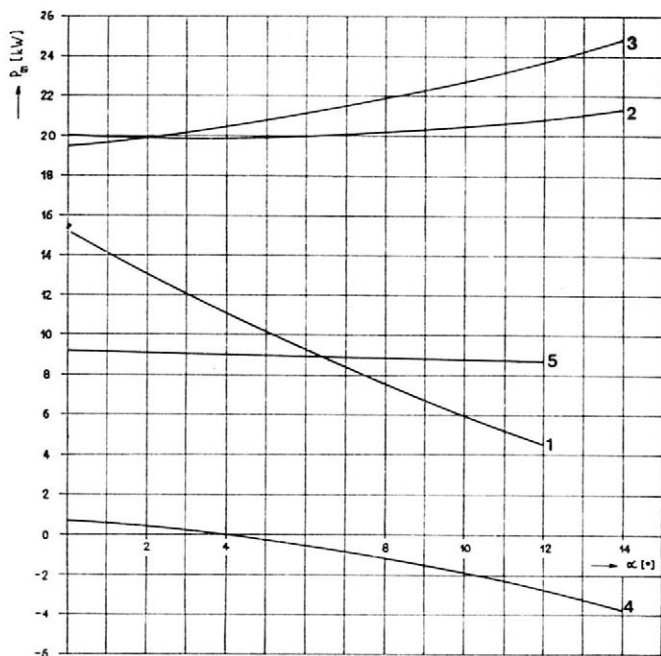
6. Závislost výkonů P_m při orbě po vrstevnici s traktorem Z 5647 v agragaci s radiálním pluhem 3PZ-30 nebo rotačním pluhem RP-180 pro různé úhly svahu α . Značení pro obr. 6–8:

- křivka: 1 ... výkon motoru traktoru Z 5647 při orbě s pluhem 3PZ-30
 2 ... výkon motoru traktoru Z 5647 při orbě s pluhem RP-180
 3 ... výkon motoru přenášený vývodovým hřídelem při orbě s pluhem RP-180
 4 ... výkon motoru přenášený koly traktoru při orbě s pluhem RP-180
 5 ... výkon na háku traktoru Z 5647 při orbě s pluhem 3PZ-30

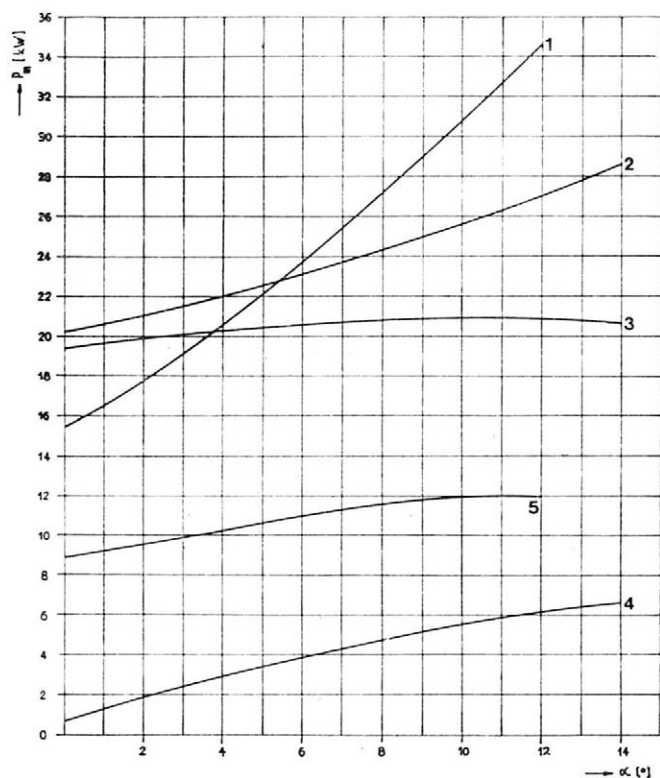
A dependence of performances P_m in the course of plowing along the contour line with the Z 5647 tractor combined with the share plow 3PZ-30 or with the rotary plow RP-180 for different slope angles α

Designations in Figs. 6–8:

- curve: 1 ... engine power of the Z 5647 tractor during plowing with the 3PZ-180 plow
 2 ... engine power of the Z 5647 tractor during plowing with the RP-180
 3 ... engine power transmitted by the power take-off during plowing with the RP-180 plow
 4 ... engine power transmitted by the wheels of the tractor during plowing with the RP-180 plow
 5 ... drawbar power of the Z 5647 tractor during plowing with the 3PZ-30 plow



7. Závislost výkonů P_m při orbě po spádnici s traktorem Z 5647 v agregaci s radličným pluhem 3PZ-30 nebo rotačním pluhem RP-180 pro různé úhly svahu α — A dependence of performances P_m in the course of plowing along the gradient with the Z 5647 tractor combined with the share plow 3PZ-30 or rotary plow RP-180 for different slope angles α



8. Závislost výkonů P_m při orbě proti spádnici s traktorem Z 5647 v agregaci s radličným pluhem 3PZ-30 nebo rotačním pluhem RP-180 pro různé úhly svahu α — A dependence of performances P_m in the course of plowing against the gradient with the Z 5647 tractor combined with the share plow 3PZ-30 or rotary plow RP-180 for different slope angles α

točivý moment potřebný pro orbu pluhu RP-180 je pro jízdu po spádnici. Zvýšení točivého momentu při orbě po spádnici je způsobeno vynášením skývy do větší výšky proti svahu za pluh.

Na obr. 6, 7 a 8 je graficky znázorněn výkon na háku traktoru Z 5647 s pluhem 3PZ-30, výkon motoru přenášený vývodovým hřídelem u soupravy Z 5647 s RP-180, výkon přenášený koly traktoru Z 5647 s pluhem RP-180 a výkon motoru traktoru Z 5647 s pluhu 3PZ-30 nebo RP-180.

Z grafického znázornění (obr. 6 až 8) je zřejmé, že odebíraný výkon motoru traktoru Z 5647 pro orbu s rotačním pluhem RP-180 je větší než s radličným pluhem 3PZ-30 mimo jízdu proti spádnici větší než $\alpha = 5^\circ$. Od tohoto svahu je orba s rotačním pluhem RP-180 energeticky méně náročná u daných souprav.

Výkon přenášený hnacími koly při orbě s rotačním pluhem RP-180 je relativně velmi nízký, což by umožňovalo při tomto způsobu práce použití energeticky výkonných motorů i při nízké hmotnosti hnacích jednotky. Výhoda této agregace by se projevila při orbě na půdách s velkým měrným odporem, popřípadě na pozemcích velmi svahovitých a za zhoršených povětrnostních podmínek (velká vlhkost půdy), kdy je traktor svou hmotností a součinitelem lpění schopen přenést potřebnou sílu koly na podložku jen při velkém prokluzu (což způsobuje energetické ztráty), popřípadě není schopen za těchto podmínek pracovat. Záporný prokluz při jízdě po spádnici na větších svazích je možné omezit stavitelnými rydlý, která pohyb soupravy brzdí, nebo strojem pro následné zpracování půdy.

Na obr. 9 je vynesena měrná práce A_m (Nm) motoru Z 5647 na m³ zpracované půdy při orbě s pluhem RP-180 a 3PZ-30. Velikost měrné

9. Závislost měrné práce A_m na úhlu svahu α při orbě s traktoem Z 5647 v agregaci s radličným pluhem 3PZ-30 nebo rotačním pluhem RP-180 — A dependence of the specific output A_m on the slope angle α in the course of plowing with the Z 5647 tractor combined with the share plow 3PZ-30 or the rotary plow RP-180

Křivka:

1, 2, 3, ... Z 5647

s pluhem RP-180

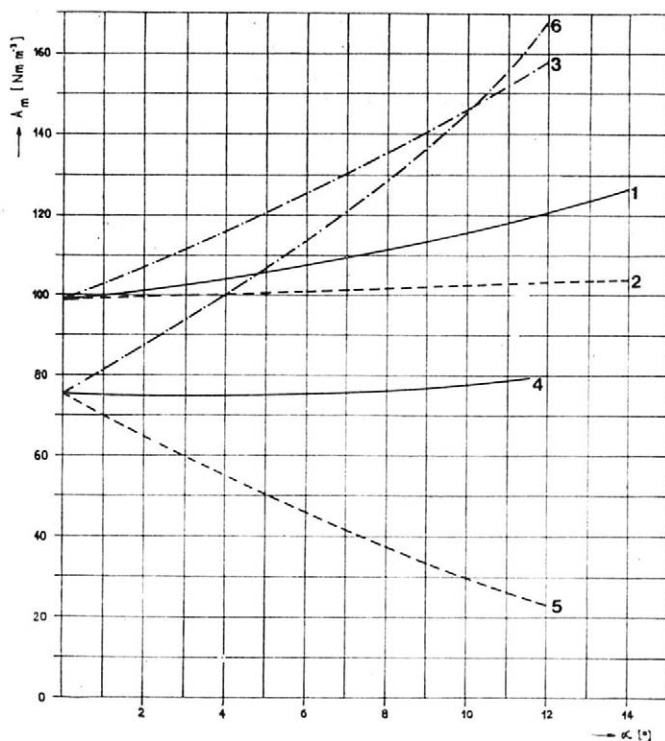
4, 5, 6... Z 5647

s pluhem 3PZ-30

— orba po vrstevnici

- - orba po spádnici

- · - orba proti spádnici



práce rotačního pluhu RP-180 je ve většině případů větší, kromě práce proti spádnicí při svahu nad 10° . Ovšem absolutní velikost této měrné práce by vzhledem k požadovaným dalším operacím po orbě s radličným a rotačním pluhem (kvalita, rozdrobení půdy) museli posoudit agronomové.

ZÁVĚR

Z rozboru využití výkonu motoru při zpracování půdy na svahu jízdou po vrstevnici a spádnicí traktorem Z 5647 v agregaci s radličným pluhem 3PZ-30 a rotačním pluhem RP-180, který byl získán na podkladě experimentálních měření a výpočtů potřebných veličin, lze konstatovat tyto závěry:

- rotační pracovní orgány dnes používané pro zpracování půdy potřebují větší příkon na objem zpracované půdy než orgány, které zpracovávají půdu bez druhotného pohybu;

- orgány s druhotným pohybem vytvářejí suvnou sílu, která se v současné době zachycuje plazy a rydly. Při agregaci s dalším strojem pro komplexní zpracování půdy by se tato síla dala využít pro tažení dalšího stroje (brány, smyk, secí stroj, zapravovače umělých hnojiv atd.);

- při agregaci s rotačním pluhem je možné použít energeticky výkonnějších motorů při nižší celkové hmotnosti energetického prostředku, neboť téměř nevytváří tažnou sílu, a tím ztrátový prokluz;

- protože je nižší prokluz při zpracování půdy rotačními pracovními orgány, je tento způsob vhodný také pro práci po vrstevnici svahu, kde (vzhledem k nižšímu prokluzu hnacích kol a tím menšímu odklonu soupravy strojů od vrstevnice) menší odklon usnadňuje ovládání soupravy, zvyšuje bezpečnost práce a snižuje odpor soupravy při jejím pohybu po vrstevnici svahu.

Závěrem lze konstatovat, že pro zpracování půdy v horských a podhorských oblastech, které se vyznačují vyšší svahovitostí pozemků i obvykle vyššími srážkami, jsou vhodnější stroje s aktivními orgány vzhledem k rozdělení výkonu motoru na pojezd soupravy a vlastní pohyb orgánů. Při jízdě po vrstevnici je nutné dodržet stejnou hloubku obou krajních pracovních orgánů, aby se zamezilo vytvoření mimoosové síly.

Seznam použitých znaků

A_m měrná práce vynaložená na orbu (Nm m^{-3})
 F_c suvná síla ve směru pohybu stroje (kN)
 F_m výkon motoru (kW)
 M_b moment síly (Nm)
 α úhel svahu ($^\circ$)
 β prokluz ($\%$)

Literatura

HORÁČKOVÁ, O.: Rotační nářadí a stroje pro zpracování půdy s aktivním pohonem pracovních orgánů. [Studijní zpráva č. 1605.] Praha, Výzkumný ústav zeměd. strojů 1968.
HUBÁLEK, J.: Rotační pluh. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zeměd. strojů 1966.
HUBÁLEK, J.: Rotační pluh RP-180. Mechaniz. Zeměd., 1967, č. 7.

SVATOŠ, J.: Vliv svahu a tahových sil na prokluz pojezdových kol traktoru. Zeměd. Techn., 22, 1976, č. 2, s. 89-102.
ŽÁK, K.: Pracovní činnost rotačního kypřiče na svahu. In: Sborník VŠZ-PEF České Budějovice, 1968, č. 15, s. 33-42.

Došlo dne 20. 6. 1979

СВАТОШ, Й. — ЖАК, К. — ГАЕК, Я. (Сельскохозяйственный институт, Производственно-экономический факультет, Ческе Будейовице): Использование мощности трактора при обработке почвы на склонах. Земед. Techn., 26, 1980 (1): 1-9.

Почву можно обрабатывать машинами с вторичным движением рабочих органов или машинами без вторичного движения этих органов. Приводную мощность, удельную работу и буксование тягового средства при работе на склоне мы сравнивали у трактора Зетор - 5647 с прицепным корпусным плугом 3РЗ-30 и ротационным плугом РП-180. Экспериментальным измерением и теоретическим решением мы определили пригодность сельскохозяйственных машин с вторичным движением рабочих органов для их работы на склонах.

вспашка; склон; энергоёмкость; неподвижные или подвижные рабочие органы

SVATOŠ, J. — ŽÁK, K. — HÁJEK, J. (University of Agriculture, Praha-Suchdol, Faculty of Economics and Management, České Budějovice): *Exploitation of Tractor Performance in the Course of Soil Cultivation on the Slope*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 1-9.

Soil can be cultivated by machines with a secondary motion of working elements or without any secondary motion of these elements. Energy input, specific output and slip of the tractor were compared in the Z 5647 tractor with the trailed share plow 3PZ-30 and with the rotary plow RP-180. A suitability of farm machines with the secondary motion of working elements to ride and operate on the slope was proved by experimental measurements and theoretical calculations.

plowing; slope; energy requirement; stationary or mobile working elements

SVATOŠ, J. — ŽÁK, K. — HÁJEK, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha-Suchdol, betriebswirtschaftliche Fakultät, České Budějovice): *Ausnutzung der Schlepperleistung bei der Bodenbearbeitung am Hang*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 1-9.

Der Boden kann mittels Geräte mit oder ohne sekundäre Bewegung der Arbeitswerkzeuge bearbeitet werden. Der Leistungsbedarf, spezifische Arbeit und Schlupf der Zugmaschine am Hang wurde bei dem Schlepper Z 5647 mit dem Anhängeschleppflug 3PZ-30 und dem Kreiselplflug RP-180 verglichen. Durch Experimental-messung und theoretische Lösung wurde die Eignung der Landmaschinen mit sekundärer Arbeitswerkzeugbewegung für deren Hangarbeit ermittelt.

Pflügen; Hang; Energieaufwand; feste oder bewegliche Arbeitswerkzeuge

Adresa autorů:

Doc. ing. Josef Svatoš, CSc., ing. Jaroslav Hájek, ing. Karel Žák, CSc.,
Vysoká škola zemědělská, Praha, provozně ekonomická fakulta, Sinkuleho 5, 370 05
České Budějovice - Čtyři dvory

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

C 8.421/442-443

Extraits d'une traduction rapide d'un rapport sur l'énergie pour l'agriculture mondiale.

Antony, C. N. E. E. M. A. 1978. 63 s., tab. Etude de CNEEMA no. 442-443. (Energie — zemědělství — využití — výzkum — Francie)

C 8.421/444

Extraits d'une traduction rapide d'un rapport sur l'énergie pour l'agriculture mondiale.

Antony, C. N. E. E. M. A. 1978. 66 s., 54 s. Etude du CNEEMA no. 444. (Energie — zemědělství — využití — výzkum — Francie)

CARILLON, R.

C 8.421/448

L'agriculture avant toute chose! Pour cela, l'intensification.

Antony, CNEEMA 1979. 60 s., tab. Etudes du CNEEMA no. 448. (Intenzifikace zemědělství — Francie / Mechanizace zemědělství — Francie)

C 24.888

Povyšeniye prochnosti detalej sel'skochozjajstvennoj tekhniki.

Kišinev, Kišinevskij sel'skochoz. inst. 1978. 72 s., obr., tab. (Zemědělské ústavy výzkumné — SSSR — MSSR — Kišiněv — sborník / Zemědělské stroje — součásti — trvanlivost — zvyšování — SSSR — MSSR)

C 11.614/192

Soveršenstvovaniye processov a rabočich organov sel'skochozjajstvennych mašin.

Kijev, Min. sel'skogo chozjajstva SSSR 1977. 55 s., obr., tab. Naučnyje trudy USCHA vyp. 192. (Zemědělské stroje — provoz — zlepšení — sborník / Zemědělské stroje — pracovní orgány — zlepšení — sborník — SSSR)

D 37.626/1424

Arbejdet ved 'prøvevirksomheden i året 1978.

Bygholm, Horsens Statens redskabsprøver 1978. 10 s. Meddelelse 1424. (Zkušební zemědělských strojů — Dánsko — Bygholm — ročenka)

STANOVENIE MATEMATICKÉHO MODELU SPAĽOVACIEHO MOTORA Z-8001 Z VONKAJŠEJ RÝCHLOSTNEJ CHARAKTERISTIKY

J. Knoll, J. Bajla, B. Procházka

KNOLL, J. — BAJLA, J. — PROCHÁZKA, B. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Stanovenie matematického modelu spaľovacieho motora Z-8001 z vonkajšej rýchlostnej charakteristiky*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 11—18.

Pre sledovanie matematického modelu spaľovacieho motora je treba poznať jeho vonkajšiu charakteristiku a charakteristiku záťaže. Pre určenie časových konštánt prenosových funkcií sme vybrali charakteristické technologické súpravy — orebnú a dopravnú. Na základe technických a exploatačných parametrov sme určili prenosové funkcie jednotlivých súprav; pomocou nich boli nakreslené samočinným počítačom prechodové charakteristiky a Bodeho metódou boli zostrojené logaritmické amplitúdovo-frekvenčné a fázovo-frekvenčné charakteristiky.

spaľovací motor; záťaž; matematický model

Neustále zvyšovanie výkonnosti a produktivity technologických liniek v poľnohospodárstve vyžaduje technicky dokonalejšie, ekonomickejšie a spoľahlivejšie energetické zdroje. Typickým príkladom môže byť spaľovací motor traktora, ktorý je jedným z hlavných energetických zdrojov v poľnohospodárskej prevádzke. Problémy spojené so zvyšovaním parametrov mobilných súprav ovplyvňujú hlavne dynamické charakteristiky spaľovacích motorov.

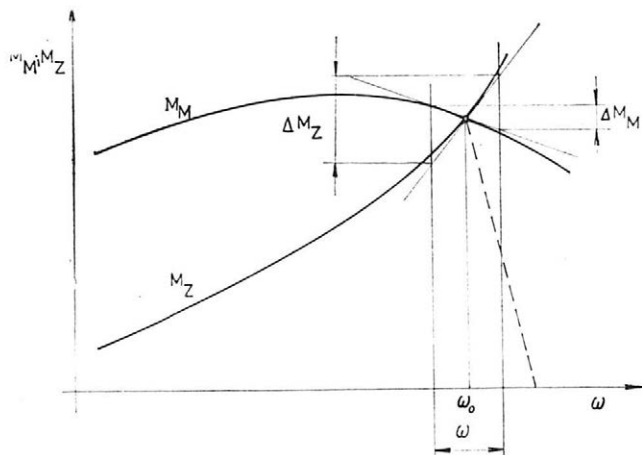
Z nutnosti riešiť dynamické vlastnosti motora pri vysokom zaťažení a značnej zmene frekvencie otáčania kľukového hriadeľa vznikla požiadavka hlbšej analýzy dynamiky spaľovacieho motora z hľadiska uhlovej rýchlosti hriadeľa, pretože tento parameter je jeho hlavnou sledovanou veličinou. Preto bol zostavený matematický model spaľovacieho motora, použiteľný na určenie dynamických charakteristík pomocou číslicového počítača. Matematický model je možné určiť matematicko-experimentálnou cestou alebo analyticky, v okolí pracovného bodu.

V článku je odvodený matematický model spaľovacieho motora Z-8001 analytickým spôsobom bez uvažovania činnosti regulátora. Ďalej je určená jeho prechodová charakteristika pri skokovej zmene palivovej tyče a zostrojená logaritmická amplitúdovo-frekvenčná a fázovo-frekvenčná charakteristika podľa Bodeho metódy.

MATEMATICKÝ MODEL SPAĽOVACIEHO MOTORA

Ustálený režim práce spaľovacieho motora je charakterizovaný konštantnou uhlovou rýchlosťou ω (Krutov, 1968). Tento stav nastane vtedy, keď točivý moment spaľovacieho motora M_M je rovný točivému momentu záťaže M_Z (obr. 1):

$$M_M = M_Z \quad (1)$$



1. Charakteristika ustáleného režimu práce spaľovacieho motora – Characteristics of the steady-state working regime of the internal-combustion engine

Pri práci motora v poľnohospodárskej prevádzke sa často mení zaťažujúci moment, čím vzniká nerovnováha medzi točivým momentom motora a záťažou. Rovnovážny stav motora môžeme napísať v tvare:

$$J \frac{d\omega}{dt} = (M_M + \Delta M_M) - (M_Z + \Delta M_Z) \quad (2)$$

kde: J – hmotný moment zotrvačnosti celej sústavy
 $\Delta M_M, \Delta M_Z$ – zmena momentov

Výraz z rovnice (2) $J \frac{d\omega}{dt}$ predstavuje točivý moment zotrvačných síl rotačných častí motora a záťaže.

Z rovnice (1) a (2) vyplýva:

$$J \frac{d\omega}{dt} = \Delta M_M - \Delta M_Z \quad (3)$$

Točivý moment motora je funkciou polohy palivovej tyče h , uhlovej rýchlosti ω a času t

$$M_M = f(h, \omega, t)$$

Prírastok točivého momentu motora môžeme vyjadriť Maclorenovým radom a po linearizácii môžeme napísať (Kubík, a i., 1974):

$$\Delta M_M = \frac{\partial M_M}{\partial \omega} \Delta \omega + \frac{\partial M_M}{\partial h} \Delta h \quad (4)$$

Točivý moment záťaže M_Z v obecnom prípade je funkciou uhlovej rýchlosti ω a času t

$$M_Z = f(\omega, t)$$

Pre určenie prírastku momentu záťaže ΔM_Z použijeme Maclorenov rad a po linearizácii môžeme napísať:

$$\Delta M_Z = \frac{\partial M_Z}{\partial \omega} \omega \Delta + \Delta M(t) \quad (5)$$

kde: $\Delta M(t)$ — časová funkcia zmien momentu záťaže

Dosadením rovníc (4) a (5) do rovnice (3) po úprave môžeme napísať:

$$\mathcal{J} \frac{d\Delta\omega}{dt} = \left(\frac{\partial M_M}{\partial \omega} - \frac{\partial M_Z}{\partial \omega} \right) \Delta\omega + \frac{\partial M_M}{\partial h} \Delta h - \Delta M(t) \quad (6)$$

Rovnicu (6) je výhodné uviesť do bezrozmerného tvaru zavedením premenných:

$$\varphi = \frac{\Delta\omega}{\omega_o}; \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\Delta\omega}{dt}; \quad \omega_o \frac{d\varphi}{dt}; \quad \mu = \frac{\Delta h}{h_o}$$

kde: ω_o, h_o — hodnoty charakterizujúce rovnovážny stav

Rovnicu (6) po úprave môžeme písať v tvare:

$$\frac{d\varphi}{dt} + \frac{1}{T_1} \varphi = \frac{1}{T_2} \mu - k \cdot \Delta M(t) \quad (7)$$

kde:

$$T_1 = \frac{\mathcal{J}}{\frac{\partial M_Z}{\partial \omega} - \frac{\partial M_M}{\partial \omega}}; \quad T_2 = \frac{\mathcal{J} \cdot \omega_o}{\frac{\partial M_M}{\partial h} \cdot h_o} = \frac{\mathcal{J} \omega_o}{M_o}$$

$$k = \frac{1}{\mathcal{J} \cdot \omega_o}$$

Použitím Laplaceovej transformácie môžeme rovnicu (7) napísať v operátorovom tvare:

$$\left(p + \frac{1}{T_1} \right) \varphi(p) = \frac{1}{T_2} \mu(p) - k \Delta M(p) \quad (8)$$

kde: p — operátor Laplaceovej transformácie

Rovnica (8) je matematickým modelom spaľovacieho motora a záťaže.

Z rovnice (8) určíme prenosové funkcie:

— prenosovú funkciu spaľovacieho motora:

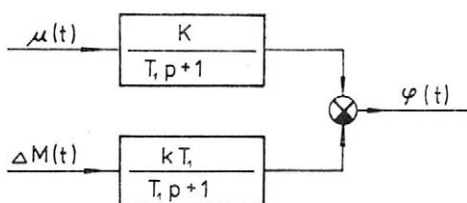
$$\frac{\varphi(p)}{\mu(p)} = \frac{\frac{T_1}{T_2}}{T_1 \cdot p + 1} = \frac{K}{T_1 \cdot p + 1} \quad (9)$$

kde: K — zosilnenie spaľovacieho motora

— prenosovú funkciu záťaže:

$$\frac{\varphi(p)}{\Delta M(p)} = \frac{k \cdot T_1}{T_1 \cdot p + 1} \quad (10)$$

Z rovníc (9) a (10) vyplýva bloková schéma systému (obr. 2).



2. Bloková schéma — Block diagram

VLASTNÁ PRÁCA

Pre určenie vlastností dynamického systému je možné využiť matematický model (prenosové funkcie) a zostrojiť amplitúdovo-frekvenčnú a fázovo-frekvenčnú charakteristiku. Použitím výpočtovej techniky môžeme získať aj prechodovú charakteristiku.

V teórii lineárneho riadenia je často používaný Bodeho diagram, pomocou ktorého je možné ľahko zistiť vlastnosti dynamického systému na zmenu záťaže alebo riadenia.

Pre určenie časových konštánt prenosových funkcií sme vybrali typické prípady využitia v poľnohospodárstve — súpravu s pluhom a prívěsom.

URČOVANIE KONŠTÁNT PRENOSOVÝCH FUNKCIÍ

Časové konštanty určíme graficko-počtárskou metódou, pričom neuvažujeme vplyv regulátora palivového čerpadla na momentovú charakteristiku motora.

Hodnoty rovnovážneho stavu boli podľa vonkajšej charakteristiky motora Z-8001 určené pre bod: $M_M = 224 \text{ (Nm)}$

$$\omega_o = 230,26 \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

Záťaž je definovaná zjednodušeným vzťahom (Knoll, 1977):

$$M_Z = \alpha \cdot \omega_Z^2 \quad (11)$$

kde: α — konštanta

ω_Z — uhlová rýchlosť záťaže

Pre rovnovážny stav platí rovnosť $M_M = M_Z$ a $\omega_o = \omega = \omega_Z$. Ďalšie potrebné údaje pre výpočet:

- a) pluh — s hmotnosťou $m_p = 1176$ [kg], pri zaradenom treťom redukovanom stupni,
- b) príves — s hmotnosťou $m_v = 8600$ [kg] (s nákladom), pri zaradenom štvrtom cestnom prevodovom stupni,
- c) traktor — s hmotnosťou $m_t = 4970$ [kg].

Výsledný hmotný moment zotrvačnosti, redukovaný na kľukový hriadeľ, určíme vzťahom:

$$J_R = J_M + \sum_{i=1}^n J_i \cdot \left(\frac{\omega_i}{\omega_o} \right)^2 \quad (12)$$

Hmotný moment zotrvačnosti motora $J_M = 1,76$ [kgm²] (Bajla, 1975). Potom výsledný hmotný moment zotrvačnosti pre orbovú súpravu je $J_{Rp} = 2,075$ [kgm²] a pre dopravnú súpravu $J_{RV} = 13,78$ [kgm²].

Z vonkajšej charakteristiky spaľovacieho motora, charakteristiky záťaže a príslušných redukovaných hmotových momentov zotrvačnosti sme určili konštanty prenosových funkcií:

— pre orbovú súpravu:

$$T_{1p} = 2,067 \text{ [s]}; T_{2p} = 2,13 \text{ [s]}; K_p = 0,984$$

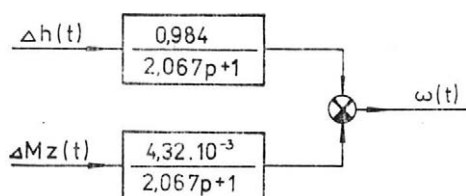
$$k_p = 2,09 \cdot 10^{-3} \text{ [kg}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s]}$$

— pre dopravnú súpravu:

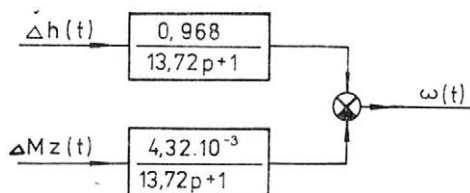
$$T_{1v} = 13,72 \text{ [s]}; T_{2v} = 14,16 \text{ [s]}; K_v = 0,968$$

$$k_v = 3,15 \cdot 10^{-4} \text{ [kg}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s]}$$

Pomocou rovníc (9) a (10) a obr. 2 môžeme určiť štruktúrnú schému pre orbovú súpravu (obr. 3) a pre dopravnú súpravu (obr. 4), ktoré sú použiteľné pre riešenie na samočinnom počítači.



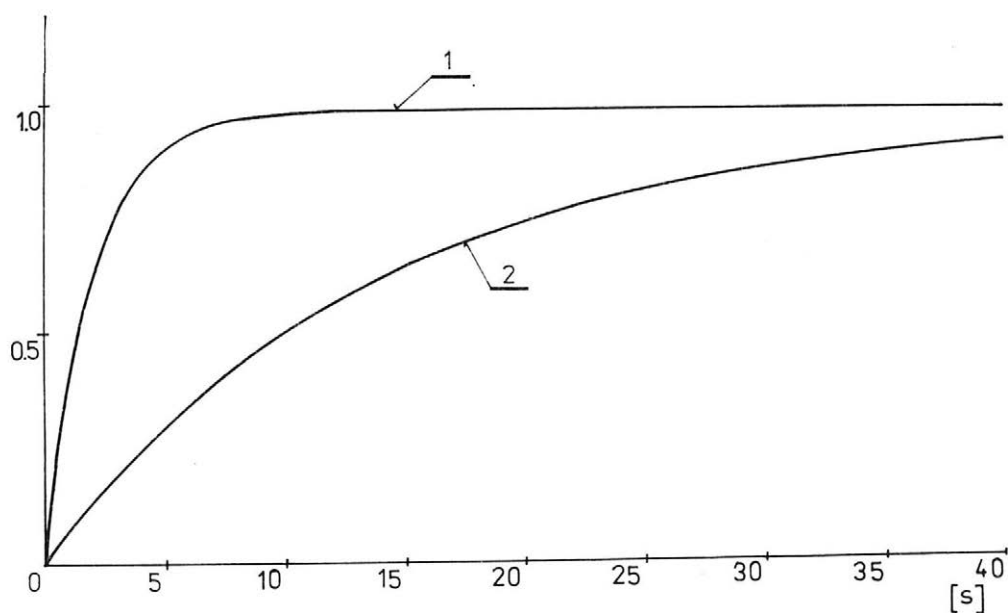
3. Štruktúrna schéma orebnej súpravy
— Structural diagram of the ploughing set



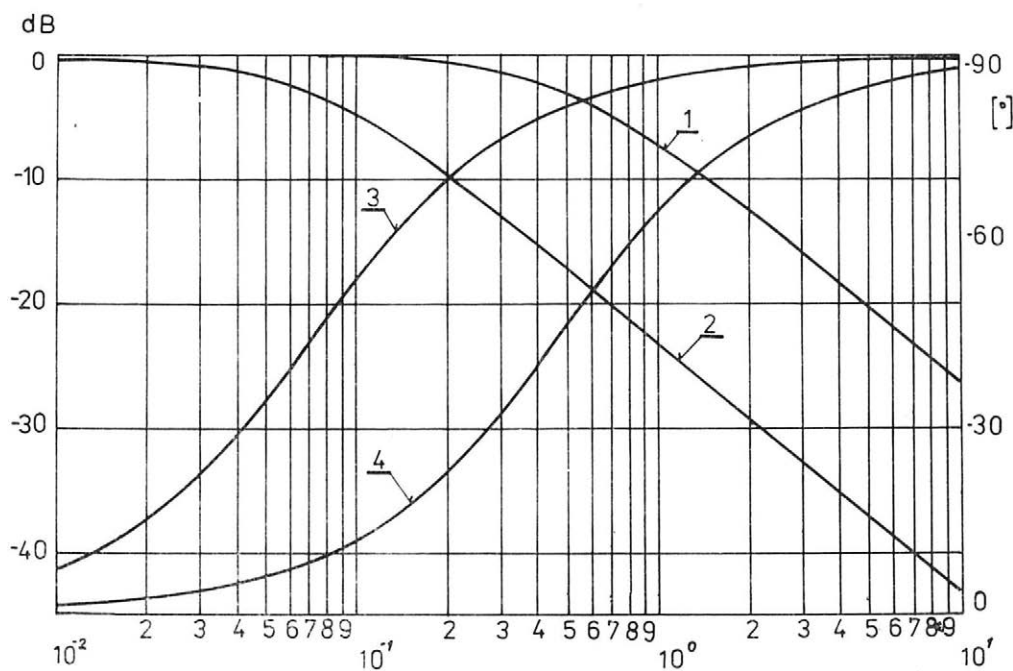
4. Štruktúrna schéma dopravnej súpravy
— Structural diagram of the transport set

ZHODNOTENIE A ZÁVER

Na obr. 5 je znázornená prechodová charakteristika spaľovacieho motora pre jednotkovú skokovú zmenu palivovej tyče. Krivka 1 platí pre orbovú súpravu, krivka 2 pre dopravnú súpravu. Z obrázku vidieť, že motor s orbovou súpravou sa ustáli na novej rovnovážnej polohe cca za 10 sekúnd, kým motor s dopravnou súpravou až za 50 sekúnd.



5. Prechodová charakteristika spaľovacieho motora pre jednotkovú skokovú zmenu palivovej tyče — Transitional characteristics of the internal-combustion engine for different skip changes of the fuel rod



6. Bodeho diagram — Bode's diagram

Z Bodeho diagramu na obr. 6 vidieť, že pri frekvencii $\omega = 0,484 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ vstupného signálu, t. j. palivovej tyče, amplitúda výstupu, t. j. uhlovej rýchlosti hriadeľa motora, sa výrazne znižuje (krivka 1 — orbová súprava). Analogicky pre dopravnú súpravu (krivka 2) pri frekvencii $0,073 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ vstupného signálu amplitúda výstupu klesá.

Priebeh zaostávania výstupného signálu (fázy) je pre orbovú súpravu znázornený krivkou 3 a pre dopravnú súpravu krivkou 4.

Z uvedeného vyplýva, že pomocou matematického modelu je možné sledovať dynamické vlastnosti spaľovacieho motora ako energetického zdroja pri rôznych druhoch a rôznom charaktere zaťaženia.

Na základe zjednodušeného teoretického riešenia sme stanovili hlavné zásady dynamickej analýzy.

Článok je zameraný na využitie poznatkov zo všeobecne známej teórie lineárneho riadenia a výpočtovej techniky v aplikácii na problémy poľnohospodárskej techniky.

Literatúra

BAJLA, J.: Sledovanie vplyvu nestacionárneho zaťaženia na prácu traktorového motora pri niektorých poľnohospodárskych prácach. [Kandidátska dizertačná práca.] Nitra 1975 — Vysoká škola poľnohospodárska.

HUDZOVIČ, P.: Teória riadenia I. Lineárne spojité systémy. Bratislava 1976.

KNOLL, J.: Sekundárna regulácia hydrostatických pohonov na konštantné otáčky. [Kandidátska dizertačná práca.] Nitra 1977 — Vysoká škola poľnohospodárska.

KRUTOV, V. I.: Avtomatičeskoe regulirovanie dvigatelej vnutrennego sgorenia. Moskva 1968.

KUBIK, S. a i.: Teorie regulace I. Linerární regulace. Praha 1974.

Došlo dňa 7. 12. 1978

КНОЛЛ, Й. — БАЙЛА, Й. — ПРОХАЗКА, Б. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Определение математической модели двигателя внутреннего сгорания Зет-8001 по внешней скоростной характеристике. Земѣд. Techn., 26, 1980 (1) : 11-18.

Для изучения математической модели двигателя внутреннего сгорания необходимо знать его внешнюю характеристику и характеристику нагрузки. Для определения постоянных времени передаточных функций нами брались два типичных технологических агрегата — пахотный и транспортный. На основе технических и эксплуатационных параметров нами были определены переносные функции отдельных агрегатов; при помощи этих функций были изображены электронно-вычислительной машиной временные характеристики и при помощи метода Боди построены логарифмические амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

двигатель внутреннего сгорания; нагрузка; математическая модель

KNOLL, J. — BAJLA, J. — PROCHÁZKA, B. (University of Agriculture, Nitra): *Elaboration of a Mathematical Model of a Z 8001 Internal-combustion Engine from the Aspects of Speed Characteristics*. Zemѣd. Techn., 26, 1980 (1) : 11-18.

When studying the mathematical model of an internal-combustion engine, it is necessary to know its external characteristics and the character of the load. The time constants of the transfer functions were determined for two characteristic technological tractor sets, i. e. for ploughing and transport. The transfer functions of these sets were determined with the use of technical and exploitation parameters; the transitional characteristics were plotted by means of an automatic computer and Bode's method was used to elaborate the logarithmic amplitude-frequency and phase-frequency characteristics.

internal-combustion engine; load; mathematical model

KNOLL, J. — BAJLA, J. — PROCHÁZKA, B. (Landwirtschaftliche Hochschule Nitra): *Bestimmung des mathematischen Modells des Verbrennungsmotors Z-8001 und der äußeren Geschwindigkeitscharakteristik*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 11-18.

Für das Verfolgen des mathematischen Modells eines Verbrennungsmotors muß man dessen Außencharakteristik und Belastungscharakteristik kennen. Zur Bestimmung der Zeitkonstanten von Übertragungsfunktionen hat man zwei charakteristische technologische Arbeitszüge gewählt — Pflugzug und Transportzug. Aufgrund der technischen und Nutzungsparameter hat man Übertragungsfunktionen einzelner Arbeitszüge bestimmt; mit deren Hilfe wurden mittels der Rechenanlage Übergangscharakteristiken und mit der Bode'schen Methode wurden logarithmische Amplituden-Frequenz- und Phasen-Frequenzcharakteristiken konstruiert.

Verbrennungsmotor; Belastung; mathematisches Modell

Adresa autorov:

Ing. Jozef Knoll, ing. Jozef Bajla, CSc., doc. ing. Bohumil Procházka, CSc.,
Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

TEORETICKÝ VÝPOČET PARAMETRŮ CHARAKTERIZUJÍCÍCH PROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ HMOTNOSTI SAMOJÍZDNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

Z. Souček

SOUČEK, Z. (Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov): *Teoretický výpočet parametrů charakterizujících prostorové rozložení hmotnosti samojízdných zemědělských strojů*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 19-27.

V práci je uvedena obecná metoda výpočtu momentů setrvačnosti, souřadnic těžiště a zatížení náprav, resp jednotlivých kol samojízdných strojů. Výpočet vychází ze znalosti polohy, hmotnosti a přibližného tvaru dílčích prvků stroje. K vyčíslení uvedených vztahů se předpokládá použití číslicového počítače. Popsanou metodu je výhodné použít zejména v období návrhu strojů, tedy před výrobou funkčního modelu. Ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů se touto metodou získávají zejména podklady k modelování pojezdu a k hodnocení vlastností strojů určujících jejich schopnosti k jízdě po nerovném terénu.

modelování pojezdu; dynamika zemědělských strojů

Prostorové rozložení hmotnosti charakterizují především momenty setrvačnosti ke třem osám procházejícím těžištěm stroje. Důležitým parametrem jsou také souřadnice těžiště stroje. S polohou těžiště souvisí i zatížení náprav, popř. jednotlivých kol stroje. Znalost těchto veličin je požadována pro základní hodnocení strojů v době návrhu a pro posouzení stability strojů. Uvedené parametry jsou však potřebné také při teoretickém řešení pojezdu strojů, které je základem k hodnocení vlastností strojů z hlediska jejich schopnosti k jízdě po nerovném terénu. Toto modelování pojezdu strojů má význam zvláště v období návrhu strojů, tedy ještě před výrobou funkčního modelu. V této době není možné použít experimentálních metod ke zjišťování uvedených parametrů, které jsou známy z běžné praxe zkoušení zemědělských strojů nebo z literatury. Klasický jednoduchý výpočet souřadnic těžiště a momentů setrvačnosti celých strojů je většinou málo přesný. Přesnost lze zvýšit rozdělením stroje na poměrně malé detaily, jejichž rozměry, hmotnost a tvar i polohu ve stroji lze většinou dostatečně přesně udat. Takovýto výpočet je ovšem prakticky realizovatelný pouze při použití číslicového počítače.

Dále je uvedena metoda pro výpočet parametrů, které se používá ve VÚZS především ke zjišťování podkladů pro modelování pojezdu na analogovém počítači, pro hodnocení konstrukcí strojů v době návrhu pomocí číslicového počítače a pro řešení dalších otázek dynamiky samojízdných strojů (Souček, 1977, 1978).

Dále uvedený postup výpočtu je uspořádán tak, že je použitelný jako základ matematické formulace programu číslicového počítače. V jednodušších případech by bylo možné využít uvedených vztahů také k ručnímu výpočtu.

VÝPOČET MOMENTŮ SETRVAČNOSTI, SOUŘADNICE TĚŽIŠTĚ A ZATÍŽENÍ KOL

Výpočet se dělá na základě zadaných rozměrů, hmotnosti a polohy těžiště dílčích prvků přibližně nahrazujících skutečné strojní součásti. Tvar součástí je možné volit jako kvádr, dutý válec, kouli nebo hmotnou úsečku. Ve výpočtech se předpokládá, že udaná hmotnost součástí je rovnoměrně rozdělena v udaných rozměrech.

Počátek výchozího souřadnicového systému lze volit libovolně. Osa x je ve směru jízdy, kladný směr osy x je ve směru pojezdu vpřed, osa y je vodorovná, kolmá na směr pojezdu, kladný směr osy y při pohledu ve směru jízdy vlevo, osa z je svislá, kladný směr je vzhůru.

Výpočet předpokládá, že stopy předních a zadních kol mají společnou osu souměrnosti a že hmotnosti součástí výkyvné nápravy stroje jsou umístěny tak, že její těžiště leží ve svislé podélné rovině procházející otočným čepem. Těžiště součástí spojených s pevnou nápravou může být vyoseno vůči rovině souměrnosti stop kol. Těžiště celého stroje je vyoseno o hodnotu E . Při aplikacích programu na případy se čtyřmi stupni volnosti jsou důležité momenty setrvačnosti vůči ose x odděleně pro součásti výkyvné nápravy a pevné nápravy. Tyto výsledky lze rovněž vhodnou úpravou vstupních dat získat při respektování uvedených omezení.

VSTUPNÍ ÚDAJE

1. Rozměry [m] a hmotnosti [kg] dílčích prvků:

- kvádry ($1 \dots i$), hmotnost MK (záporná, je-li to dutina), délka hran rovnoběžná s osami x, y, z : AX, AY, AZ , souřadnice těžiště kvádra ve výchozím souřadnicovém systému XTK, YTK, ZTK ;
- duté válce ($1 \dots j$), hmotnost MV , vnější průměr $R1$, vnitřní průměr $R2$, výška V , souřadnice těžiště ve výchozím souřadnicovém systému XTV, YTV, ZTV , orientace válců; je-li osa rotace rovnoběžná s osou x pak $VXYZ = 1$ (ve výpisech X),
 y pak $VXYZ = 2$ (ve výpisech Y),
 z pak $VXYZ = 3$ (ve výpisech Z);
- koule ($1 \dots k$), hmotnost MKO , poloměr R , souřadnice těžiště koule ve výchozím souřadnicovém systému $XTKO, YTKO, ZTKO$;
- hmotné úsečky ($1 \dots l$), hmotnost úsečky MU , souřadnice koncových bodů 1 a 2 úsečky ve výchozím souřadnicovém systému $X1, Y1, Z1, X2, Y2, Z2$.

2. Parametry stroje (délky [m]):

rozchod kol přední nápravy $B1$,
rozchod kol zadní nápravy $B2$,
rozvor L ,
souřadnice středu zadní nápravy (půlicího bodu spojnice středů zadních kol) ve výchozím souřadnicovém systému XO, YO, ZO ,
statický poloměr kol přední nápravy $RK1$,
statický poloměr kol zadní nápravy $RK2$.

3. Další charakteristiky stroje:

součinitel odporu valení F ,
zda je výkyvná náprava vpředu nebo vzadu (označit proměnnou $VYKNAP$ — bude-li výkyvná náprava vpředu, pak $VYKNAP = 1$, bude-li vzadu, pak $VYKNAP = 2$),
název stroje (text),
počátek výchozího souřadnicového systému (text pro výpisy).

VÝPOČTY

1. Celková hmotnost stroje [kg]

$$M = \sum_{n=1}^i MK_n + \sum_{n=1}^j MV_n + \sum_{n=1}^k MKO_n + \sum_{n=1}^l MU_n$$

2. a) Souřadnice těžiště celého stroje ve výchozím souřadnicovém systému

$$XTU_n = \frac{X1_n + X2_n}{2}$$

$$XS = \frac{\sum_{n=1}^i MK_n \cdot XTK_n + \sum_{n=1}^j MV_n \cdot XTV_n + \sum_{n=1}^k MKO_n \cdot XTKO_n + \sum_{n=1}^l MU_n \cdot XTU_n}{M}$$

Zcela totožné výrazy platí pro YS a ZS , pouze ve všech identifikátorech bude místo X písmeno Y (resp. místo X písmeno Z).

b) Výpočet polohy těžiště vůči nápravám a ose souměrnosti stop kol a vůči zemi:

vzdálenost těžiště stroje od zadní nápravy

$$C = XS - XO$$

vzdálenost těžiště stroje od přední nápravy

$$D = L - C$$

výška těžiště stroje nad zemí

$$H = ZS - ZO + RK2$$

vyosení těžiště celého stroje vůči ose souměrnosti stop kol

$$E = YS - YO$$

c) Výpočet všech souřadnic těžišť dílčích prvků vůči osám x, y, z , jdoucím těžištěm stroje:

kvádry ($1 \dots i$)

$$\begin{aligned} XTKS(N) &= XTK(N) - XS \\ YTKS(N) &= YTK(N) - YS \\ ZTKS(N) &= ZTK(N) - ZS \end{aligned}$$

válce (1 ... j)

$$\begin{aligned}XTVS(N) &= XTV(N) - XS \\ YTVS(N) &= YTV(N) - YS \\ ZTVS(N) &= ZTV(N) - ZS\end{aligned}$$

koule (1 ... k)

$$\begin{aligned}XTKOS(N) &= XTKO(N) - XS \\ YTKOS(N) &= YTKO(N) - YS \\ ZTKOS(N) &= ZTKO(N) - ZS\end{aligned}$$

úsečky (1 ... l)

$$\begin{aligned}XTUS(N) &= XTU - XS \\ YTUS(N) &= YTU - YS \\ ZTUS(N) &= ZTU - ZS\end{aligned}$$

3. Zatížení kol stroje [N]

Rameno valivého odporu kol přední nápravy $KSI1 = F \cdot RK1$

zadní nápravy $KSI2 = F \cdot RK2$

a) Je-li výkyvná náprava vpředu ($VYKNAP = 1$):

zatížení předních kol (levého a pravého):

$$Z1L = Z1P = M \cdot 4,903 \cdot \left(1 - \frac{D + KSI1}{L + KSI1 - KSI2} \right)$$

zatížení levého zadního kola:

$$Z2L = 9,81 \cdot M \cdot \left(\frac{D + KSI1}{2(L + KSI1 - KSI2)} + \frac{E}{B2} \right)$$

zatížení pravého zadního kola:

$$Z2P = 9,81 \cdot M \cdot \left(\frac{D + KSI1}{2(L + KSI1 - KSI2)} - \frac{E}{B2} \right)$$

b) Je-li výkyvná náprava vzadu ($VYKNAP = 2$):

zatížení levého předního kola:

$$Z1L = 9,81 \cdot M \cdot \left(\frac{C - KSI2}{2(L - KSI2 + KSI1)} + \frac{E}{B1} \right)$$

zatížení pravého předního kola:

$$Z1P = 9,81 \cdot M \cdot \left(\frac{C - KSI2}{2(L - KSI2 + KSI1)} - \frac{E}{B1} \right)$$

zatížení zadních kol (levého a pravého):

$$Z2L = Z2P = 4,903 \cdot M \cdot \left(1 - \frac{C - KSI2}{L - KSI2 + KSI1} \right)$$

4. Momenty setrvačnosti:

a) Kvádry (hrany rovnoběžné s osami x, y, z)

Moment setrvačnosti k ose x, y, z procházející těžištěm kváдру:

$$I_{XK} = \frac{1}{12} \cdot MK \cdot (AY^2 + AZ^2)$$

$$I_{YK} = \frac{1}{12} \cdot MK \cdot (AX^2 + AZ^2)$$

$$I_{ZK} = \frac{1}{12} \cdot MK \cdot (AX^2 + AY^2)$$

kde: MK — celková hmotnost kváдру

AX — délka hrany rovnoběžné s osou x

AY — délka hrany rovnoběžné s osou y

AZ — délka hrany rovnoběžné s osou z

Součásti, které byly nahrazeny kvádry, jsou v počtu i , tedy uvedený výpočet se dělá i -krát (pro všechny kvádry).

b) Duté válce:

Moment setrvačnosti k ose rotace o :

$$IO = \frac{MV}{2} (R_1^2 + R_2^2)$$

a momenty setrvačnosti k osám kolmým k ose rotace

$$IK = \frac{MV}{4} \left[\frac{R_1^2}{R_1^2 - R_2^2} \left(R_1^2 + \frac{V^2}{3} \right) - \frac{R_2^2}{R_1^2 - R_2^2} \left(R_2^2 + \frac{V^2}{3} \right) \right]$$

jestliže je $o \parallel x$, pak $IXV = IO, IYV = IZV = IK$

jestliže je $o \parallel y$, pak $IYV = IO, IXV = IZV = IK$

jestliže je $o \parallel z$, pak $IZV = IO, IXV = IYV = IK$

Součásti, které byly nahrazeny válci, jsou v počtu j , tedy uvedený výpočet je třeba udělat j -krát (pro všechny válce).

c) Koule

Momenty setrvačnosti ke všem třem osám rovnoběžným s x, y, z , jdoucím středem koule

$$IXKO = IYKO = IZKO = \frac{2}{5} MKO \cdot R^2$$

Součásti, které byly nahrazeny koulemi, jsou v počtu k , tedy výpočet je třeba udělat k -krát (pro všechny koule).

d) Hmotné úsečky

Moment setrvačnosti k ose x , jdoucí těžištěm celého stroje (se souřadnicemi XS , YS , ZS)

$$IXU = MU \left[(Y1 - YS)^2 + (Z1 - ZS)^2 + (Y2 - Y1)(Y1 - YS) + \right. \\ \left. + (Z2 - Z1)(Z1 - ZS) + \frac{1}{3}(Y2 - Y1)^2 + \frac{1}{3}(Z2 - Z1)^2 \right]$$

Pro výpočet momentu setrvačnosti k ose y , jdoucí těžištěm celého stroje, dosadíme do výrazu za

$$\begin{aligned} IXU &= IYU \\ Y1 &= X1 \\ YS &= XS \\ Y2 &= X2 \end{aligned}$$

Pro výpočet momentu setrvačnosti k ose z , jdoucí z těžištěm celého stroje, dosadíme do horního výrazu za

$$\begin{aligned} IXU &= IZU \\ Z1 &= X1 \\ ZS &= XS \\ Z2 &= X2 \end{aligned}$$

Součásti, které byly nahrazeny úsečkami, jsou v počtu l , tedy výpočet je třeba udělat l -krát (pro všechny úsečky).

e) Pro celý stroj je moment setrvačnosti (IXC , IYC , IZC) k osám x , y , z , jdoucím těžištěm stroje, součtem dílčích momentů jednotlivých prvků k těmto osám.

Dílčí momenty k osám jdoucím těžištěm stroje:

k ose x :

$$\begin{aligned} IXKS(1) &= IXK(1) + MK(1) \cdot (YTKS(1)^2 + ZTKS(1)^2) \\ IXKS(2) &= \dots \end{aligned}$$

.

$$IXKS(i) = \dots$$

$$\begin{aligned} IXVS(1) &= IXV(1) + MV(1) \cdot (YTVS(1)^2 + ZTVS(1)^2) \\ IXVS(2) &= \dots \end{aligned}$$

.

$$\begin{aligned}
IXVS(j) &= \dots \\
IXKOS(1) &= IXKO(1) + MKO(1) \cdot (YTKOS(1)^2 + ZTKOS(1)^2) \\
IXKOS(2) &= \dots \\
&\vdots \\
&\vdots \\
&\vdots \\
&\vdots \\
IXKOS(k) &= \dots
\end{aligned}$$

$$IXC = \sum_{n=1}^i IXKS_n + \sum_{n=1} IXVS_n + \sum_{n=1}^k IXKOS_n + \sum_{n=1}^l IXU_n$$

k ose y :

IYC — podle stejných vzorců, pouze písmeno X všude nahradit písmenem Y a obráceně (Z ponechat),

k ose z :

IYC — podle stejných vzorců jako IXC , ale písmeno X všude nahradit písmenem Z a obráceně (Y ponechat).

f) Poloměry setrvačnosti celého stroje k osám jdoucím jeho těžištěm

$$RIX = \sqrt{\frac{IXC}{M}}, \quad RIY = \sqrt{\frac{IYC}{M}}, \quad RIZ = \sqrt{\frac{IZC}{M}}$$

VÝSLEDKY

Popsaným postupem jsme ve VÚZS získali řadu výsledků, které byly využity způsobem uvedeným v úvodu. Kromě těchto aplikací jsou některé počítané hodnoty zajímavé a použitelné také samostatně k jiným účelům. Jsou to zejména číselně málo známé momenty setrvačnosti a poloměry setrvačnosti. Několik hodnot těchto výsledků je uvedeno v tab. I. Jsou uvedeny hodnoty momentů setrvačnosti vůči osám x, y, z , jdoucím těžištěm, a příslušné poloměry setrvačnosti. Tab. I obsahuje také výšku těžiště těchto strojů. Tyto hodnoty jsou přes svůj značný význam většinou buď neznámé, nebo jsou uváděné hodnoty nepřesné, neboť používané experimentální metody k jejímu zjištění není snadné běžným způsobem používat. Výběr uvedených typů strojů byl zvolen tak, aby charakterizoval vliv různého uspořádání téhož stroje a vliv zcela odlišných typů samojízdných strojů.

ZÁVĚR

Teoretický výpočet momentů setrvačnosti, polohy těžiště a zatížení náprav, popř. jednotlivých kol samojízdných strojů, představuje při použití samočinného počítače velmi pohodlný nástroj ke zjištění těchto důležitých charakteristik strojů, bez jejichž znalosti se v období návrhu strojů nelze obejít.

I. Hodnoty momentů a poloměrů setrvačnosti a výšky těžiště samojízdných strojů – Values of moments and radii of inertia and position of the center of gravity of self-propelled farm machines

Stroj	Momenty setrvačnosti ($\text{kg m}^2 \cdot 10^{-3}$)			Poloměry setrvačnosti (m)			Výška těžiště (m)
	I_x	I_y	I_z	i_x	i_y	i_z	H
Sklízecí řezačka SPS-420 bez adaptéru	8,271	10,275	13,502	1,091	1,216	1,394	1,081
Sklízecí řezačka SPS-420 s žací adaptérem	11,046	17,960	23,577	1,154	1,471	1,685	1,118
Sklízecí řezačka SPS-420 se sběracím adaptérem	8,745	13,623	17,210	1,074	1,341	1,507	1,094
Sklízecí řezačka SPS-420 s kukuřičným adaptérem	9,898	18,840	23,283	1,086	1,498	1,665	1,120
Funkční model (76) sklízecí řezačky s žacím adaptérem	6,095	15,791	18,887	0,926	1,495	1,634	0,927
Funkční model (76) rotačního žacího stroje	2,363*)	14,110	14,203	0,641	1,567	1,572	0,892
Funkční model stroje pro pěstování cukrovky (76 s plecím adaptérem	1,873*)	25,396	24,530	0,601	2,212	2,174	1,129
Funkční model ořezávače cukrovky (76)	8,437	31,322	32,351	1,092	2,103	2,138	1,193

*) Součásti výkonné nápravy jsou soustředěny jako hmotné body do svislé podélné roviny proložené jejím výkvným čepem.

Literatura

SOUČEK, Z.: Modelling of the travel of agricultural machines on a natural uneven surface. Proceedings of the XIth conference Dynamics of machines, 1977, s. 349-354.
SOUČEK, Z.: Výsledky modelování pojezdu samojízdných zemědělských strojů po přirozeném nerovném povrchu. Zeměd. Techn., 24, 1978, č. 11, s. 685-703.

Došlo dne 30. 5. 1979

СОУЧЕК, З. (Исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага - Ходов): Теоретический расчет параметров, характеризующих пространственное распределение массы самоходных сельскохозяйственных машин. Земед. Techn., 26, 1980, (1): 19-27.

В работе приводится общий метод расчета моментов инерции, координат центра тяжести и загрузки осей, или же отдельных колес самоходных машин. Расчет исходит из знания положений, массы и приблизительной формы частных элементов машины. Для расчета указанных соотношений предполагается использование вычислительной машины нумерического типа. Описанный метод можно выгодно использовать особенно в период проектирования машин, т.е. перед изготовлением опытной модели. В Исследовательском институте сельскохозяйственных машин получают при помощи этого метода, главным образом, исходные данные для моделирования ходовой части и для оценки свойств машин, определяющих их способность для движения по пересеченной местности.

моделирование ходовой части; динамика сельскохозяйственных машин

SOUČEK, Z. (Research Institute for Agricultural Machinery, Praha - Chodov): *Theoretical Calculation of Parameters Characterizing the Spatial Distribution of Weight of Self-propelled Farm Machines*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 19-27.

A general method is presented of calculating the moments of inertia, center of gravity position and load of the axles, and/or the wheels of self-propelled machines. The calculations are based on the finding of the position, weight and approximate shape of the elements and parts of the machine. A digital computer will be used to computerize the given relations. The described method should be used especially at the stage of designing machines, i. e. before the manufacture of a functional model has been started. In the Research Institute for Agricultural Machinery by this method data are obtained to simulate the ride of machines and to evaluate their parameters determining their riding qualities on an uneven terrain.

ride simulation; dynamical parameters of farm machines

SOUČEK, Z. (Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha - Chodov): *Theoretische Berechnung der Parameter, die die Raumverteilung der Masse von selbstfahrenden Landmaschinen charakterisieren*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 19-27.

Im Aufsatz wird die allgemeine Methode für die Berechnung der Trägheitsmomente, Schwerpunktkoordinaten und Belastung von Achsen, bzw. Einzelrädern der selbstfahrenden Maschinen aufgeführt. Die Berechnung geht von der Kenntnis der Lage, Masse und annähernden Form der Maschinenteilelemente aus. Zur zahlenmäßigen Festlegung der erwähnten Beziehungen wird der Einsatz einer Digitalrechenanlage vorgesehen. Die beschriebene Methode ist vorzugsweise besonders im Zeitabschnitt des Maschinenentwurfs, d. h. vor der Herstellung des Funktionsmodells anzuwenden. Im Forschungsinstitut für Landmaschinen werden mittels dieser Methode besonders Unterlagen für die Modellierung des Fahrwerkes und für die Bewertung der Eigenschaften von Maschinen gewonnen, die deren Fähigkeiten zur Fahrt auf unebenem Gelände bestimmen.

Modellierung des Fahrwerkes; Dynamik der Landmaschinen

Adresa autora:

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

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 37.626/1978

Indholdsfortegnelse 1978.

Bygholm, Horsens Statens redskabsprøver 1978. 2 s. Meddelelse 1339-1424. (Bygholm — Zkušebna zemědělských strojů — zkoušky — 1978 — seznamy)

D 50.847/2502

Iastarvagn Europa, typ EF 3. Anmä lare: Nima Nils Malmsten AB, Laxa.

Tillverkare: A. Berni & Figli, Italien.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1979. 4 s. 2 obr. Meddelande 2502. (Vozy sběrací — velkoobjemové — Evropa EF 3 — zkoušení — Švédsko — zprávy)

C 24.608

Tekniska notiser från SFM. List of contents.

Stockholm, Samarbetsorganisationen för Nordan-markforskning.

Nr. 9. 1977. 56 s. obr., tab.;

Nr. 10. 1977. 60 s. obr., tab.;

Nr. 1. 1978. 62 s. obr., tab.;

Nr. 2. 1978. 50 s. obr., tab.

(Vozy dopravní — zkoušení — sborník / Stockholm — Sdružení pro zkoušení dopravních vozů — sborník)

SCHROTTMAIER, J.

D 62.640/6

Wissenswertes über Transporter (Motorkarren).

Wieselburg, Bundesversuchs- und Prüfungsanstalt für landwirtschaft. Maschinen und Geräte 1977. 13 s., příl. 58 grafů. Forschungsberichte Heft 6. (Vozíky dopravní — motorové — použití — výzkum — Rakousko)

AGEJEV, L. E.

D 69.047

Osnovy rasčeta optimal'nykh i dopuskajemykh režimov raboty mašinno-traktornykh agregatov.

Leningrad, Kolos 1978. 294 s., 60 obr., 71 tab. (Traktorové agregáty — provozní podmínky — optimální a přípustné — výpočty — příručka)

BIOLOGICKÉ PARAMETRY BIOTOPU STÁJÍ SKOTU PRO ŘEŠENÍ BIONIKY STAVEB

M. Velebil, J. Hauptman

VELEBIL, M. — HAUPTMAN, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy; Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha - Uhřetěves): *Biologické parametry biotopu stájí skotu pro řešení bioniky staveb*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 29-38.

Práce je experimentálním úvodem do problematiky řešení bioniky staveb, která je vedle bioniky technologických center živočišné výroby, bioniky zemědělských produktů a fyto-bioniky jedním z hlavních směrů zemědělské bioniky. V příspěvku jsou uvedeny konkrétní výsledky dosažené při zjišťování produkce tepla u dojnic různých plemen při různých systémech ustájení a v jednotlivých ročních obdobích. Dosažené výsledky poskytují určitý základ pro řešení bioniky staveb (použití materiálů, konstrukcí i techniky ventilačních systémů). K vlastním výsledkům lze uvést, že rozdíly v tepelné produkci se vyskytují zejména mezi jednotlivými plemeny dojnic; dojná plemena se vyznačují podstatně vyšší produkcí než plemena s kombinovanou užitkovostí. Výzkum rovněž ukázal, že dojnice ustájené v přirozených podmínkách (volná otevřená stáj s teplotními podmínkami téměř jako prostředí venkovní) se vyznačují podstatně vyšší produkcí tepla než dojnice vážně ustájené v tradičních stájích, tj. v prostředí značně teplejším. Velmi logické jsou výsledky měření výdeje tepla s povrchu různých částí těla, kdy z neosrstěných částí (vemen) je výdej tepla dvojnásobný i vyšší proti povrchu těla. Závěrem lze uvést, že tyto výsledky dávají určitý základ pro řešení bioniky staveb (použití materiálů, konstrukcí i techniky ventilačních systémů).

fyto-bionika; bionika staveb; produkce tepla dojnic; parciální kalorimetrie; základní bioklimatologické hodnoty

Bionika je nový vědní obor, jehož předmětem je jak záměrné hledání dosud neznámých biologických faktorů a principů aplikovatelných v jiných oborech, tak formulace pravidel a postupů, na jejichž základě lze tyto aplikace prakticky uskutečňovat.

Pojem bionika vznikl teprve v roce 1958, ale již v současné době je obecná bionika považována za perspektivní moderní vědní obor, spojující biologii s technikou a umožňující rychlou aplikaci výsledků studia biologických systémů a procesů v těchto systémech na různě technické obory.

Bionika nachází uplatnění v mnoha technických oborech, jako např. v oblasti automatizace a kybernetiky, konstrukční statiky, elektroniky a radiotechniky a v neposlední řadě i v oblasti zemědělské techniky.

Agrobionika, neboli bionika aplikovaná v zemědělství, začíná však nacházet jak v rostlinné, tak i v živočišné výrobě široké pole uplatnění vzhledem k rozsáhlé škále systémů zpracování informací, čidel a originálních postupů.

V současnosti se agrobionika člení na tyto základní úseky:

fyto-bioniku,

bioniku staveb,

bioniku technologických center živočišné výroby,

bioniku zemědělských produktů.

Zemědělská bionika je podle uvedených aspektů modifikována na problematiku, jež může být prospěšná při řešení zemědělské techniky a může přispět k rozvíjení její vývojové základny.

V rámci bioniky staveb má značný význam stájový biotop. Při řešení klimatizace prostoru je v rámci bioniky staveb nutné vycházet i ze základních biologických aspektů.

V tomto sdělení jsou uvedeny výsledky přímého zjišťování produkce tepla z těla organismu skotu, a to jakožto experimentální příspěvek pro řešení bioniky staveb.

Zvolenou problematiku lze zdůvodnit především takto:

a) Koncepční řešení zemědělské investiční výstavby v rámci velkovýrobních technologií počítá s podstatně vyššími kapacitami stájových jednotek, ve kterých je třeba zajistit optimální podmínky chovu, tj. především požadované mikroklima. Správné řešení této otázky nezbytně předpokládá podrobné znalosti základních parametrů pro bilanci a výpočet stájového mikroklimatu, tj. především hodnoty produkce tepla z organismu ustájených zvířat.

b) Z bionického hlediska jsou významné základní poznatky z bioklimatologie hospodářských zvířat, mezi něž náleží právě i výdej tepla, důležitými výchozími podklady pro volbu optimálního systému technologie chovu hospodářských zvířat v podmínkách velkovýroby. Přitom je podstatnou skutečností, že hodnoty jednotlivých fyziologických ukazatelů zvířat v různých podmínkách prostředí jsou značně diferencovány u jednotlivých plemen, ale vykazují i velmi značnou variabilitu u různých kategorií a užitkových směrů hospodářských zvířat. Značnou roli v tomto směru má i klimatická adaptace zvířat.

Základní bioklimatické hodnoty o produkci tepla nebyly dosud u skotu plemene české strakaté vůbec zkoumány. Výsledky zahraničních pokusů v tomto směru, konané na různých plemenech skotu, se dělaly v převážné většině pouze metodami značně nepřesnými (tj. nepřímým zjišťováním na základě spotřeby kyslíku u jednotlivých zvířat, nebo měřením ventilační výměny vzduchu u skupin zvířat). Zjištěné hodnoty jsou značně rozdílné a zdaleka nepostihují důležité fyziologické rozdíly mezi různými kategoriemi a užitkovými směry skotu. Proto jsme řešili výzkum produkce tepla u dojnic, a to na základě nově vypracovaného systému kalorimetrického měření metodou parciální kalorimetrie.

METODA

Mezi základní problémy aplikované bioniky staveb náleží stanovení šíření tepla vydávaného zvířaty do jejich životního prostředí. Rozložení šíření tepla ze zvířat na jeho jednotlivé složky, totiž vedení, proudění,

vyzařování a vypařování, je nutno zjistit pro projekci stáží, jež mají poskytnout zvířatům vhodné podmínky prostředí, a tím přispět k vysoké užitkovosti.

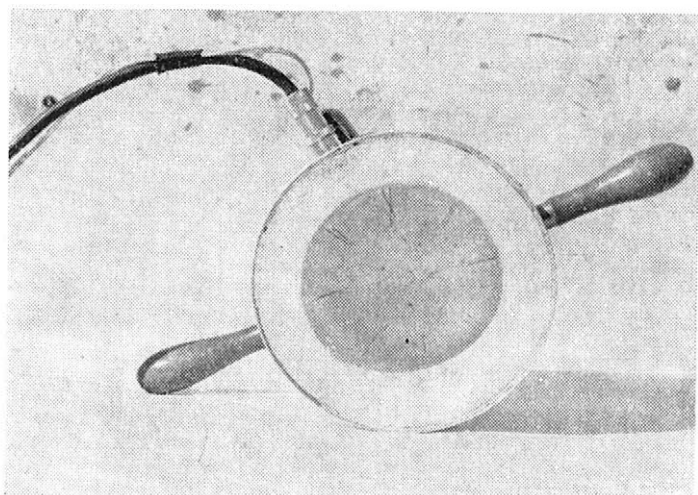
Je třeba si uvědomit, že povrch zvířecího těla není z hlediska zjišťování rychlosti výdeje tepla jednotný. Je to způsobeno rozdíly v intenzitě krevního oběhu, rychlosti respirace i velikosti jednotlivých částí těla. Pro přesné zjištění výdeje tepla s povrchu těla v různých částech je proto zapotřebí skutečných měření množství tepla vydávaného jednotlivými částmi těla. Takové údaje jsou ovšem jen obtížně zjistitelné. Většinou bylo proto postupováno tak, že výdej tepla byl zjišťován nepřímou.

Výzkumně byly zjišťovány především rozdíly v produkci tepla u dojníc s různou užitkovostí a při různých systémech chovu (volné, vazné ustájení), aby se získaly základní ukazatele pro řešení bioniky staveb.

K vlastnímu měření byl použit pro tyto účely zkonstruovaný přístroj pro měření parciální kalorimetrie.

Přístroj se skládá z tepelně izolované komory s jedním koncem otevřeným o ploše $P = 150 \text{ cm}^2$ (obr. 1), z citlivého čidla na měření

1. Čidlo kalorimetru pro měření výdeje tepla s povrchu těla — A sensor of the calorimeter to measure heat output from body surface



teplotních diferencí a z elektronického indikátoru. Uvnitř komory je umístěno 20 spojů termobaterie Cu - Co tak, aby s ohledem na vznikající teplotní zvrstvení byla reprezentativně indikována průměrná teplota celého prostoru. Srovnávací spoje baterie jsou izolovaně přitmeleny k duralovému krytu komory, takže teplota uvnitř je během měření stále srovnávána s teplotou okolního prostředí, kterou lze, zvláště s ohledem na velkou teplotní setrvačnost krytu, považovat v krátkém časovém intervalu (řádově několik desítek vteřin) za konstantní.

Termoelektrické napětí je indikováno registračním milivoltmetrem (s rozsahem 2 mV), pracujícím na kompenzačním principu. Registrace umožňuje současně odečítat jak teplotu, tak čas, jejichž hodnoty potřebujeme znát ke konečnému vyčíslení. Baterie je šuntována několika přepínatelnými odpory, které umožňují měnit její citlivost, a tím dosáhnout jistého vyrovnání přesností odečítání jak teploty, tak času při různých hodnotách výdeje tepla. V sérii s termobaterií je zapojen zdroj proměnného napětí, s jehož pomocí je možné v určitém rozmezí volit

počáteční polohu pera na registračním pásu, a tím umístit záznam do části stupnice nejvhodnější z hlediska odečtení.

Registrační milivoltmetr je německé výroby, typ eKB (T) 12, speciálně určený k měření termoelektrických napětí. Jednoduchým zásahem byl upraven z bodového na liniový zapisovač.

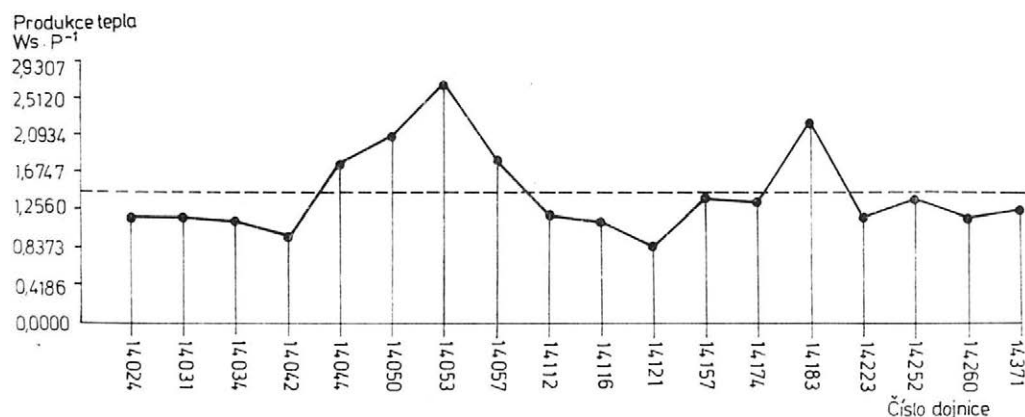
VÝSLEDKY

Dosažené výsledky jsou pro přehlednost zpracovány graficky a jsou uvedeny v tomto systému členění:

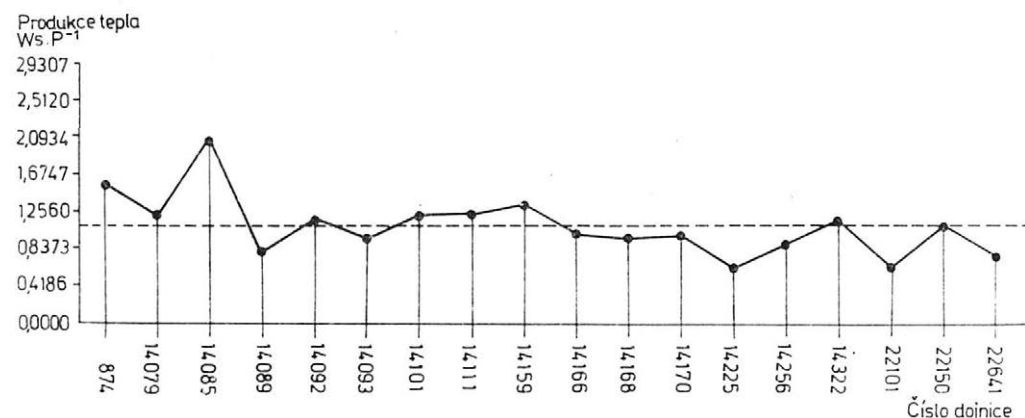
produkce tepla dojnícemi vzhledem k systému ustájení (a),
produkce tepla dojnícemi z různých částí povrchu tepla (b),
produkce tepla dojnícemi různých plemen (c),
produkce tepla dojnícemi v různých ročních obdobích (d).

a) Produkce tepla dojnícemi vzhledem k systému ustájení

Výsledky u dojnic plemene české strakaté jsou souhrnně uvedeny na obr. 2 a 3.



2. Produkce tepla dojnic plemene české strakaté při volném ustájení – Heat production of Bohemian Spotted dairy cows loosely housed



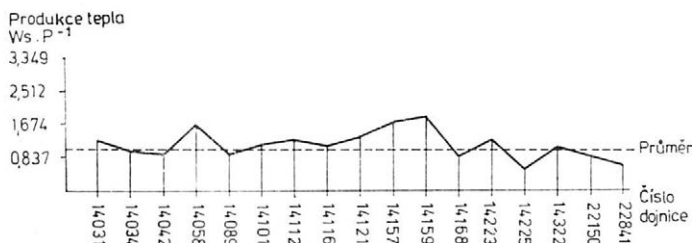
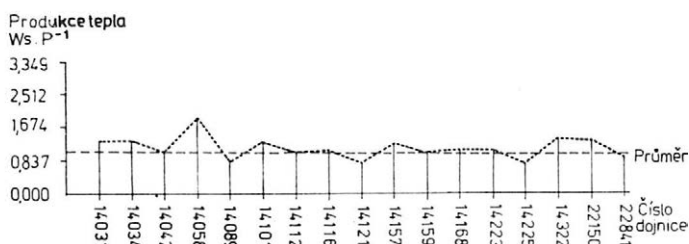
3. Produkce tepla dojnic plemene české strakaté při vazném ustájení – Heat production of Bohemian Spotted dairy cows stanchion-housed

Z těchto schemat vyplývá, že při ustájení ve volných otevřených stájích je produkce tepla dojnici podstatně zvýšena proti ustájení klasickému ve stájích tradičních, tj. v uzavřených vazných stájích s podstatně rozdílnými mikroklimatickými parametry.

b) Produkce tepla dojnici z různých částí povrchu těla

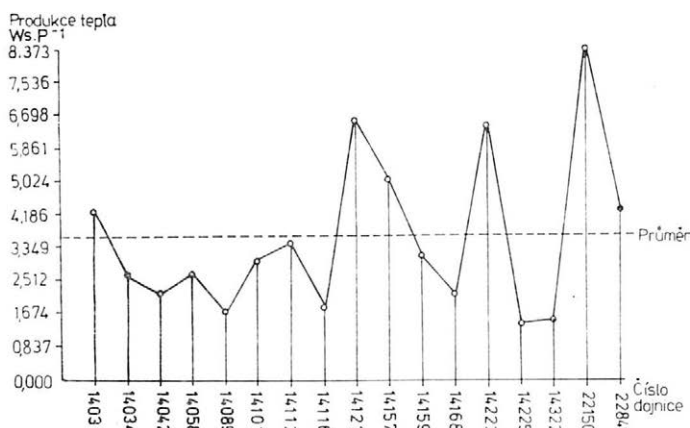
Rozdíly produkce tepla z různých částí těla dojnic vyplývají ze schemat na or. 4, 5 a 6.

4. Produkce tepla z jednotlivých částí povrchu těla dojnic plemene české strakaté (místo měření na pleci) — Heat production from the surface of different body parts of the Bohemian Spotted dairy cows (measured on shoulder)



5. Produkce tepla z jednotlivých částí povrchu těla dojnic plemene české strakaté (místo měření břicho) — Heat production from the surface of different body parts of the Bohemian Spotted dairy cows (measured on belly)

6. Produkce tepla z jednotlivých částí povrchu těla dojnic plemene české strakaté (místo měření — vemen) — Heat production from the surface of different body parts of the Bohemian Spotted dairy cows (measured on udder)

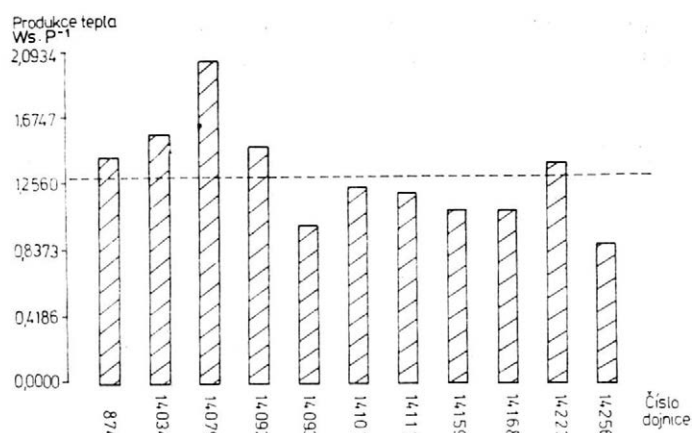


Jak je patrné, produkce tepla z jednotlivých částí těla se značně odlišuje. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu při celkovém výpočtu tepelné bilance.

c) Produkce tepla dojnici různých plemen

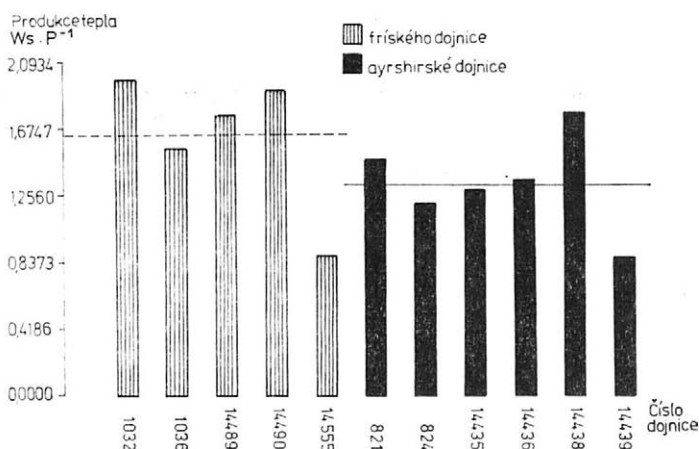
Tepelná produkce zvířat je ovlivněna i jejich plemennou příslušností, což souvisí nejen s metabolickými pochody, ale i s odlišnými ter-

moregulačními systémy. Pro příklad jsou na obr. 7 a 8 uvedeny rozdíly produkce tepla u dojnic různých plemen, tj. u českého strakatého, ayrshirského a fríského.

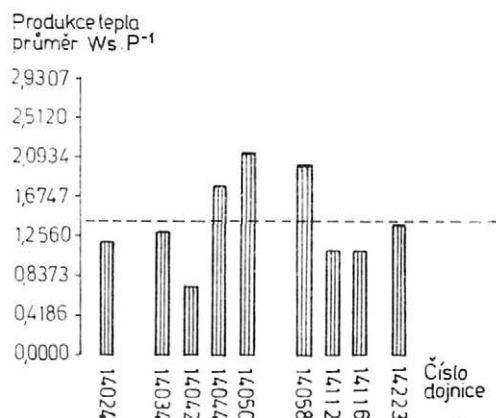


7. Produkce tepla dojnic plemene české strakaté — Heat production of the Bohemian Spotted dairy cows

8. Srovnání produkce tepla dojnic plemene ayrshirského a fríského — A comparison of heat production of Ayrshire and Friesian dairy cows



Jak z těchto schemat vyplývá, byly zjištěny podstatné rozdíly v tepelné produkci sledovaných plemen. S těmito značnými rozdíly je třeba samozřejmě počítat z hlediska použitých materiálů i konstrukce stájí i použitého ventilačního systému.

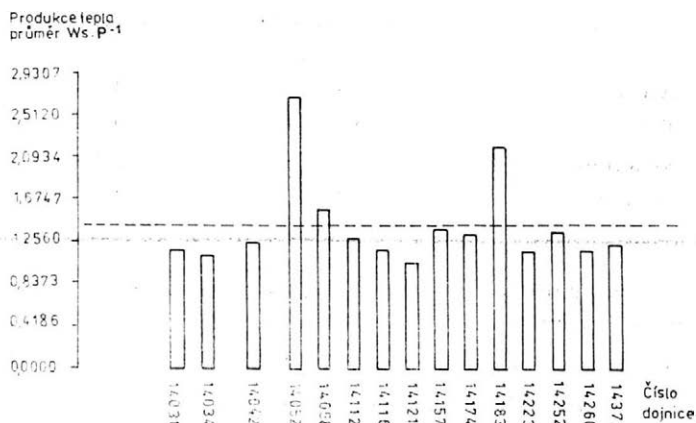


9. Produkce tepla dojnic plemene české strakaté v letním období při volném ustájení — Heat production of the Bohemian Spotted dairy cows loosely housed in the summer season

d) Produkce tepla dojnícemi v různých ročních obdobích

Sezónní rozdíly v produkci tepla jsou sumárně uvedeny na obr. 9 a 10.

10. Produkce tepla dojníc plemene české strakaté v zimním období při volném ustájení – Heat production of the Bohemian Spotted dairy cows loosely housed in the winter season



Dobré termoregulační systémy dojníc a vhodná klimatická adaptace zvířat způsobily, že v produkci tepla v letním a zimním období nebyly rozdíly téměř zjištěny, ačkoliv se výzkum dělal v prostředí volné otevřené stáje. Rovněž tato skutečnost je významná pro biologicko-bionické parametry konstrukce stájí a jejich řešení.

PROPOČTY CELKOVÉ PRODUKCE TEPLA Z DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PARCIÁLNÍ KALORIMETRIÍ

Ačkoliv jsme si vědomi nestejné produkce tepla z jednotlivých částí povrchu těla skotu (kdy při použití parciální kalorimetrie nebylo technicky možné změřit výdej tepla např. na okončetinách apod.), přesto jsme se pokusili o propočet celkové produkce tepla dojníc.

Při tomto propočtu jsme vycházeli z těchto základních parametrů, celkově známých z námi zjištěných hodnot:

celková povrchová plocha dojnice je:

při hmotnosti 450 kg 6,170 m²

při hmotnosti 500 kg 6,610 m²

při hmotnosti 550 kg 7,050 m²

při hmotnosti 600 kg 7,470 m².

Rozdělení celkového povrchu těla na jednotlivé partie uvádí tab. I.

V rozmezí termální neutrality činí podíl výdeje tepla evaporací v průměru 37%, to znamená, že výdej tepla ostatními složkami, tj. kondukcí, konvekcí a radiací, činí 63 %.

Za základ zjištěné produkce tepla dojníc byly vzaty průměrné hodnoty naměřené metodou parciální kalorimetrie pro dojnice plemene české strakaté 1,16 Ws.P⁻¹ a pro dojnice fríského a ayrshirského plemene 1,46 Ws.P⁻¹.

Na základě těchto hodnot lze propočítat celkovou produkci tepla dojníc, jež je uvedena v obvyklé hodnotě, tj. na 100 kg ž. h. za hodinu.

I. Rozdělení celkového povrchu těla na jednotlivé partie – Division of the total body surface into different regions

	Plemeno		Koeficient tepelné produkce
	české strakaté	fríské, ayrshirské	
Hlava	5 %	4 %	1,3
Trup	80 %	80 %	1,0
Končetiny	12 %	12 %	0,6
Vemeno	3 %	4 %	3,2

Z měření a výpočtů vyplývá, že tepelná produkce v rozmezí termální neutrality činí:

pro dojnice plemene české strakaté 178,57 W h⁻¹ na 100 kg ž. h.,

pro dojnice fríského a ayrshirského plemene

220,48 W h⁻¹ na 100 kg ž. h.,

čs. oborová norma ON 73 4502 uvádí pro tyto podmínky 195 W kg⁻¹.

DISKUSE A ZÁVĚR

V tomto sdělení jsou uvedeny výsledky výdeje tepla dojnicemi, zjištěné metodou parciální kalorimetrie. Při celkovém hodnocení dosažených výsledků je třeba především vycházet ze základní skutečnosti, že jsou to první výsledky přímého měření výdeje tepla u skotu, neboť až dosud byly vesměs používány metody nepřímé, např. metoda oxy-metrie.

Použitá metoda parciální kalorimetrie se ukázala jako vhodná metoda pro výzkum problematiky, neboť umožnila získat výsledky krátkodobým měřením, které neovlivnilo nepříznivě zvířata, přičemž přesnost volené metody odpovídala vytčeným cílům výzkumu.

Za určitý nedostatek uvedených metody lze pokládat její vlastní podstatu, tj. parciální kalorimetrii, která umožňuje zjišťovat výdej tepla pouze z určitých ploch povrchu těla a jen některé jeho složky. Na druhé straně je však tento nedostatek vyvážen možností měřit bez nefyziologické fixace zvířat v malém prostoru (v kalorimetru) i možností použít tohoto přístroje v terénních podmínkách.

K vlastním dosaženým výsledkům lze uvést, že rozdíly v tepelné produkci se vyskytují zejména mezi jednotlivými plemeny dojnic; plemena dojná se vyznačují podstatně vyšší produkcí než plemena s kombinovanou užitkovostí. Výzkum rovněž ukázal, že dojnice ustájené v přirozených podmínkách (volná otevřená stáj s teplotními podmínkami téměř jako prostředí venkovní) se vyznačují podstatně vyšší produkcí tepla než dojnice vazně ustájené v tradičních stájích, tj. v prostředí značně teplejším.

Obdobné výsledky se uvádějí i z humánní balneologie a bioklimatologie: je známé, že obyvatelé žijící v severských krajinách mají podstatně vyšší tepelnou produkci než obyvatelé zemí středního klimatického pásma.

Velmi logické jsou výsledky měření výdeje tepla s povrchu různých částí těla — z neosrstěných částí (vemen) je výdej tepla dvojnásobný i vyšší než s povrchu těla dojníc.

Na závěr lze uvést, že tyto výsledky dávají určitý základ pro řešení bioniky staveb (použití materiálů, konstrukcí) i techniky ventilačních systémů.

Literatura

- BAJEVSKIJ, R. M.: Bionika. Bolšaja sovjetskaja enciklopedija, 1964, s. 167-178.
BEIER, W. GLASS, K.: Bionik — eine Wissenschaft der Zukunft! Leipzig — Jena — Berlin 1968.
BERG, A. I. — SOTSKOV, B. S.: La bionoque, son état actuel et son orientation future. *Electronique Industrielle*, 1967, č. 107, s. 719-727.
GEORGE, R. H.: Cybernetics and biology. Oliver and Boyd, 1965, s. 138.
GRODINA, F.: Teorija regulirovanija i biologičeskije sistemy. Mir, 1966, s. 254.
HASSENSTEIN, B.: Biologische Kybernetik — Eine elementare Einführung. 2 Aufl. Jena 1967.
HAUPTMAN, J.: Acquisitions nouvelles concernant la bioklimatologie des vaches laitières. *Annls Zootech.*, 21, 1972, č. 3, s. 347-354.
HAUPTMAN, J. aj.: Etologija sel'skochozjajstvennych životnych. Moskva, Kolos 1977
HEYNERT, H.: Einführung in die Bionik. Arbeitsmaterial für die Teilnehmer am Urania-Kursus. Karl Marx Stadt, 1971.
MARTĚKA, V.: Bionika. Mir, 1967, s. 159.
ROSEN, R.: Relational biology and cybernetics. *Biokybernetik*, 1968, s. 49-56.
VELEBIL, M. — HAUPTMAN, J.: Bionika a jejímu využití v zemědělské technice. *Zeměd. Techn.*, 25, 1979, č. 6, s. 377-384.
WILLIAMS, M. — SISSNER, H. R.: Biomechanics of human motion. Philadelphia, Saunders 1963, s. 162.
WOSCHNI, E. G.: Information und Automatisierung. RA 98, Berlín, 1970.
ŽOLKEVIČ, V. N.: O nekotorych problemach bioenergetiki. *Izv. Akad. Nauk SSSR (Ser. biol.)*, 1963, č. 4, s. 562-573.

Došlo dne 8. 8. 1979

ВЕЛЕБИЛ, М. — ГАУПТМАН, Я. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы; Научно-исследовательский институт животноводства, Прага - Угржи-невес): Биологические параметры биотопа коровников для решения боники построек. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (1) : 29-38.

Работа является экспериментальным введением в проблематику боники построек, которая является кроме боники технологических центров животноводства, боники сельскохозяйственных продуктов и фитобоники одним из основных направлений сельскохозяйственной боники. В работе указаны конкретные результаты, достигнутые при определении продукции тепла дойными коровами разных пород при разных системах их содержания в отдельные периоды года. Достиженные результаты предоставляют определенную основу для решения боники построек (использования материалов), конструкций и техники вентиляционных систем). К собственным результатам можно сказать, что разница в продукции тепла имеет место особенно между отдельными породами дойных коров; дойные коровы молочной продуктивности характеризуются существенно более высокой продукцией тепла, чем дойные коровы с комбинированной продуктивностью. Исследование также показало, что дойные коровы, содержащиеся в природных условиях (открытый коровник для свободного содержания с температурными условиями, почти сходными с окружающей средой) характеризуются существенно более высокой продукцией тепла, чем дойные коровы в привязных классических коровниках, т. е. в среде значительно более теплой. Очень логичными являются результаты измерения выдачи тепла разными частями поверхности тела животных, когда выдача тепла частями, незаросшими шерстью (вымя) в два раза и более превышает выдачу тепла остальной поверхностью тела. В заключение можно сказать, что эти результаты являются определенной основой для решения боники построек (использование материалов, конструкций) и техники вентиляционных систем.

фитобоника; боника построек; продукция тепла дойными коровами; парциальная калориметрия; основные биоклиматические данные

VELEBIL, M. — HAUPTMAN, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy; Research Institute for Animal Production, Praha - Uhřetěves): *Biological Parameters of the Biotope of Stables for Cattle in view of the Bionics of Constructions*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 29-38.

Experimental introduction in the problems of the bionics of constructions is presented, which is besides the bionics of technological centers of animal production, bionics of agricultural products and phytobionics one of the main spheres of agricultural bionics. Concrete results are given that were obtained from determining heat production in dairy cows of different breeds, housed in different types of stables and throughout the year seasons. These results can be made use of to solve the bionics of constructions (use of materials, designs) and ventilation. Differences in heat production were found out especially between different breeds of dairy cows; dairy breeds have significantly higher heat production than dual-purpose breeds. It was also observed that the heat production of dairy cows loosely housed under natural conditions (loose open stables with nearly the same temperature as outside temperatures) was significantly higher than that of dairy cows stanchion-housed in traditional stables, i. e. where the temperatures were much higher. Logical results were obtained from measuring the heat production on the surface of different body parts: heat production from hairless parts (udder) was double in comparison with hairy parts. The obtained results can serve as a basis for solving the bionics of constructions (use of materials, designs) and the ventilation systems.

phytobionics; bionics of constructions; heat production in dairy cows; partial calorimetry; fundamental bio-climatologic values

VELEBIL, M. — HAUPTMAN, J. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy; Forschungsinstitut der tierischen Produktion, Praha - Uhřetěves): *Biologische Parameter des Biotops der Rindviehställe für die Lösung der Baubionik*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 29-38.

Die Abhandlung ist eine Experimentaleinleitung in die Problematik der Lösung der Baubionik, die nebst der Bionik der technologischen Zentralstellen für die tierische Produktion, Bionik der landwirtschaftlichen Produkte und Phytobionik eine der Hauptrichtungen der landwirtschaftlichen Bionik darstellt. Im Aufsatz sind konkrete Ergebnisse angeführt, die bei der Ermittlung der Wärmeproduktion bei den Milchkühen verschiedener Rassen bei verschiedenen Aufstallungssystemen und in einzelnen Jahresperioden erzielt wurden. Die erzielten Ergebnisse bieten eine gewisse Grundlage für die Lösung der Baubionik (Materialeinsatz), Konstruktionen und Technik der Lüftungssysteme. Zu den eigentlichen Ergebnissen ist anzuführen, daß die Unterschiede in der Wärmeproduktion auch unter einzelnen Milchrassen auftreten; die Milchrassen werden durch wesentlich höhere Produktion als Rassen mit kombinierter Nutzleistung gekennzeichnet. Die Forschung ließ ebenfalls erkennen, daß die unter naturnahen Bedingungen aufgestellten Milchkühe (offener Freilauftall mit Temperaturbedingungen so gut wie in der Außenwelt) durch wesentlich höhere Wärmeproduktion gekennzeichnet werden als die Milchkühe in herkömmlichen Anbindenställen d.h. in einer wesentlich wärmeren Umwelt. Sehr logisch sind Meßergebnisse der Wärmeausstrahlung von der Oberfläche verschiedener Körperteilen, wo von den unbehaarten Teilen (Euter) die Wärmeausstrahlung zweimal höher gegenüber der Körperoberfläche erscheint. Abschließend ist anzugeben, daß diese Ergebnisse eine bestimmte Grundlage für die Lösung der Baubionik (Materialeinsatz, Konstruktionseinsatz) sowie Technik der Lüftungssysteme bieten.

Phytobionik; Baubionik; Wärmeproduktion der Milchkühe; partielle Kalorimetrie; grundlegende bioklimatologische Werte

Adresa autorů:

Doc. ing. Miloslav Velebil, DrSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha - Řepy

Ing. Jaroslav Hauptman, CSc., Výzkumný ústav živočišné výroby, 251 61 Praha Uhřetěves

MODEL PRO SESTAVOVÁNÍ STROJNÍCH LINEK NA SKLÍZEŇ PÍCNIN K HORKOVZDUŠNÉMU SUŠENÍ

M. Kavka, J. Lisyová

KAVKA, M. — LISYOVÁ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátarův Újezd): *Model pro sestavování strojních linek na sklizeň pícnin k horkovzdušnému sušení*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 39—50.

Podle popsaného modelu lze stanovit vhodný typ a počet sklízecích řezaček a dopravních prostředků k zadanému typu horkovzdušné sušárny. Kromě sestavení mobilní části strojní linky umožňuje model výběr vhodného časového režimu práce této části linky. Princip činnosti modelu spočívá v propočítávání všech kombinací počtu prvků v článcích mobilní části linky a ve výběru vhodné kombinace k různým časovým režimům práce linky. Tisknuto je pořadí výhodnosti časových režimů práce linky a jim odpovídající počty prvků v článcích. Modelu lze využít jak ve fázi organizování, tak ve fázi řízení provozu sledovaného typu linky v reálném čase.

sestavování strojních linek; kritériální funkce; modelování mechanizovaných procesů; využití výpočetní techniky; horkovzdušné sušení píce

Změny ve struktuře strojního a energetického parku a požadavek na efektivní využívání zemědělské strojové techniky vedou i ke změnám v organizaci nasazení (využívání) této techniky. Pro současnou etapu je charakteristické nasazování mechanizačních prostředků v harmonizovaných strojních linkách. V rámci tzv. harmonizace (Špelina aj., 1973) strojní linky je nutné řešit proporcionálnost (stanovení počtu prvků v článcích), synchronizaci (časový režim práce každého článku linky) a rovnoměrnost (optimální průchodnost linky při minimální potřebě energie a živé práce).

Při zajišťování harmonizace strojních linek je třeba respektovat faktor času, tj. změny v pracovních podmínkách v průběhu práce linky. Prakticky to znamená řídit provoz každé strojní linky v reálném čase, což vyvolává potřebu automatizovat proces řízení a rozhodování s využitím výpočetní techniky a matematických modelů. Z těchto důvodů jsme přistoupili k sestavení modelu pro sestavování strojních linek na sklizeň pícnin k horkovzdušnému sušení.

METODA

Strojní linky pro horkovzdušné sušení pícnin jsou typické tím, že existuje významná vazba mezi mobilní částí linky a stacionárním pracovištěm.

Mobilní část linky se skládá ze dvou článků, přičemž v hlavním článku pracuje převážná nebo samojízdná sklízecí řezačka a v článku vedlejším dopravní prostředky.

Časový režim práce mobilní části linky (obr. 1) lze měnit tak, že mobilní linka pracuje od doby kratší, než je čas práce horkovzdušné sušárny, až k času stejnému. Společný čas práce (T_{sp1}), po který by se výkonnost mobilní linky měla blížit zprava výkonnosti horkovzdušné sušárny, musí být větší nebo rovna době, která uplyne od začátku směny do 15.00 až 19.00 hodin. V případě, že čas společné práce (T_{sp}) mobilní a stacionární části linky je kratší než čas (dT_s), pak musí mít po určitou dobu (T_{sp2}) mobilní linka větší výkonnost, než měla během doby (T_{sp1}). Čas (T_{sp2}) musí být větší nebo roven času, za který lze při maximálně možné výkonnosti ($\max hW_m$) sklidit množství píce odpovídající rozdílu ($dW_s - T_{sp1} \cdot hW_s$).

Požadavky na činnost modelu v této fázi výpočtu jsou:

- možnost změny času společné práce mobilní a stacionární části linky od ($\min T_{sp} = T_{15} \text{ až } T_{19} + \min T_{sp2}$) do ($\max T_{sp} = dT_s$) — (obr. 1);
- pro každý čas (T_{sp}) dělat změnu času (T_{sp2}), po který bude vytvářena zásoba úměrná času (T_{sp1}) a výkonnosti horkovzdušné sušárny (dW_s, hW_s) v rozmezí od ($\min T_{sp2}$) do ($\max T_{sp2}$);
- možnost výběru vhodného počtu prvků v člancích mobilní linky pro režimy (časy T_{sp1} a T_{sp2}), výpočet kritérií (přímých jednotkových nákladů) charakterizujících každý časový režim a výběr vhodného časového režimu.

Poradí výhodnosti je tisknuto pro různé časové režimy práce mobilní části strojní linky (tab. II).

POPIS MODELU (obr. 2)

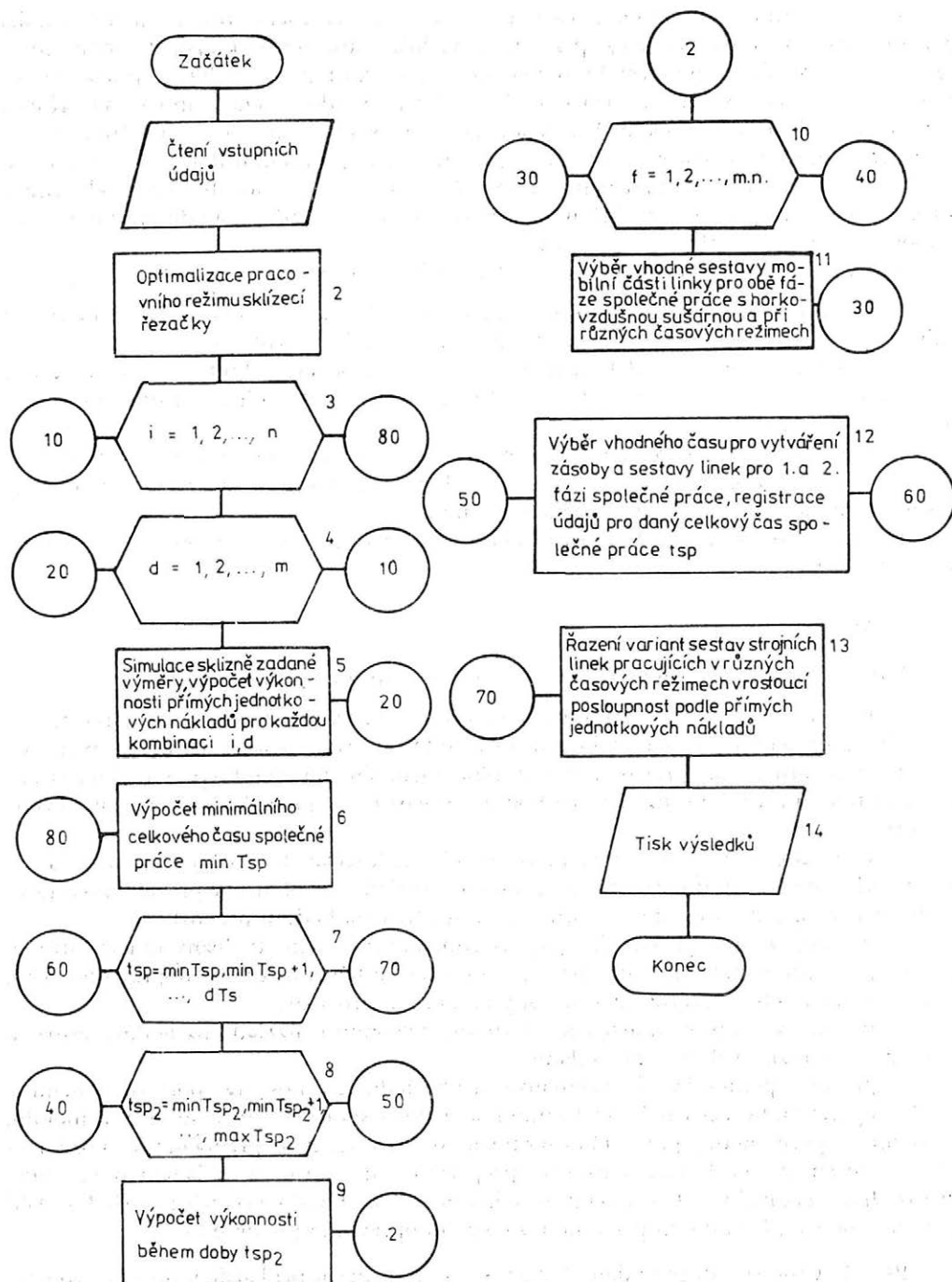
Vstupní údaje, které musí být pro výpočet k dispozici, jsou:

- typ sklízecí řezačky a základní údaje o ní, tj. záběr, hmotnost, průchodnost, výkon při chodu naprázdno a na kilogram průchodnosti (závisí značně na druhu píce), pravděpodobnost vzniku přerušení během plnění jednoho dopravního prostředku a střední délka tohoto přerušení, náklady na hodinu provozu, u samojízdné řezačky také výkon motoru;
- v případě, že bude nasazena přívěsná sklízecí řezačka, také typy traktoru*) a základní údaje o něm, tj. hmotnost, výkon motoru, směrnice prokluzové přímky, pojezdová rychlost při různých převodových stupních a náklady na hodinu provozu;
- typ dopravního prostředku*) a základní údaje o něm, tj. ložný objem, střední přepravní rychlost, pravděpodobnost vzniku přerušení během jednoho dopravního cyklu a střední délka tohoto přerušení a náklady na hodinu provozu;
- typ horkovzdušné sušárny, její hodinová výkonnost, náklady na hodinu provozu sušárny, maximální velikost meziskladu;
- pracovní podmínky, tj. svaovitost, druh plodiny, výnos, stav porostu, součinitel využití operativního času u řezačky, minimální doba společné práce sušárny a mobilní části linky, počet hodin práce horkovzdušné sušárny za den, přepočítávací koeficient mezi výnosem zelené hmoty a úsušků, přepravní vzdálenost, čas skládání dopravního prostředku, maximální velikost skupiny sklízecích řezaček a dopravních prostředků, kód traktoru (pouze při nasazení přívěsné řezačky) a dopravního prostředku.

Blok 1: Čtou se vstupní údaje. Údaje, které lze zadávat při každém novém výpočtu, jsou uvedeny v tab. I.

Blok 2: Optimalizuje se pracovní režim sklízecí řezačky tak, aby bylo dosaženo maximálně možné výkonnosti v čase T_{02} (pokud je v bloku 5 použito simulační techniky),

*) Údaje o traktorech a dopravních prostředcích jsou uloženy v databance.

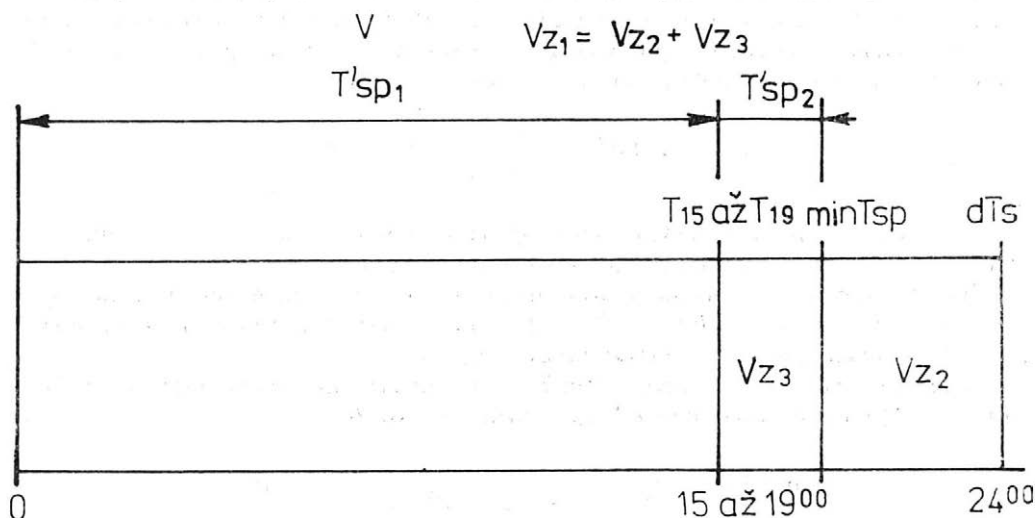


2. Vývojový diagram — Developmental diagram

nebo v čase T_{05} (pokud je v bloku 5 použito klasického způsobu výpočtu kritérií) — (Kavka, 1980).

Bloky 3, 4, 5: Blok 3 naznačuje cyklus počtu sklízecích řezaček ve skupině; blok 4 cyklus počtu dopravních prostředků ve skupině. S každou kombinací počtu prvků v článcích mobilní linky je simulována (blok 5) sklizeň zadané simulační výměry a získány přímé jednotkové náklady a výkonnost o každé kombinaci (i, d) — (Kavka, 1978).

Bloky 6, 7: Vypočítává se minimální celkový čas společné práce mobilní a stacionární části linky. Celkový čas společné práce musí být větší než čas, který uplyne od začátku ranní směny do 15.000 až 19.00 hodin (zadána jedna hodnota) a menší nebo roven počtu hodin práce horkovzdušné sušárny za den. Hodnotu tohoto času lze vypočítat ze vztahu (7). Při odvozování vztahu (7) se vycházelo z úvahy formulované na obr. 3, tj.



3. Způsob zjišťování času (min T_{sp}) — Method of determining the time (min. T_{sp})

— zásoba (V_{z2}) je úměrná rozdílu ($dT_s - \min T_{sp}$) a hodinové výkonnosti sušárny (hW_s); tato zásoba musí být vytvářena linkou na poli, jejíž výkonnost může dosáhnout maximální hodnoty ($\max hW_m$), čili

$$V_{z2} = hW_s \cdot (dT_s - \min T_{sp}) \quad (t) \quad (1)$$

$$V_{z2} \leq T'_{sp2} \cdot \max hW_m \quad (2)$$

— linka na poli začne vytvářet zásobu od zadaného času (T_{15} , resp. až T_{19}); během tohoto času je horkovzdušnou sušárnou zpracováno množství píce (V_{z3}) úměrné času (T'_{sp2}) a výkonnosti sušárny (hW_s)

$$V_{z3} = hW_s \cdot T'_{sp2} \quad (t) \quad (3)$$

— množství píce (V_{z3}) lze také vypočítat z celkového množství (V_{z1}), které musí být zpracováno od 15.00, resp. až 19.00 hodin do konce času nasazení sušárny

$$V_{z1} = hW_s \cdot (dT_s - T_{15} \text{ až } T_{19}) \quad (t) \quad (4)$$

$$V_{z3} = V_{z1} - V_{z2} \quad (t) \quad (5)$$

Po dosazení do vztahu (5) získáme vztah (6) pro výpočet času (T'_{sp2}) a vztah (7) pro výpočet minimální společné práce mobilní a stacionární části linky

$$T'_{sp2} = \frac{hW_s \cdot (dT_s - T_{15} \text{ až } T_{19})}{hW_s + \max hW_m} \quad (h) \quad (6)$$

$$\min T_{sp} = T_{15} \text{ až } T_{19} + T'_{sp2} \quad (h) \quad (7)$$

Dalším činitelem, ovlivňujícím minimální celkový čas společné práce mobilní a stacionární části linky, je velikost meziskladu (V_m). Proto musí být požadovaná zásoba (V_{z2}), vypočtená ze vztahu (1), porovnávána s velikostí meziskladu a v případě, že je větší, je minimální celkový čas společné práce vypočten ze vztahu (8)

$$\min T_{sp} = E \left(dT_s - \frac{V_m}{hW_s} \right) + 1 \quad (h) \quad (8)$$

V bloku 7 je naznačen cyklus celkových časů společné práce t_{sp} ($t_{sp} = \min T_{sp}, \min T_{sp} + 1, \dots, dT_s$) linky na poli a horkovzdušné sušárny.

Blok 8: Nejprve se vypočítá požadovaná zásoba (V_{zs}) při daném celkovém času společné práce (t_{sp}), tj. $V_{zs} = hW_s \cdot (dT_s - t_{sp})$. Pak se vypočítá minimální a maximální čas společné práce, po který je vytvářena zásoba (V_{zs}).

Minimální čas společné práce ($\min T_{sp2}$) je omezen maximální hodnotou výkonosti (obr. 1) mobilní linky ($\max hW_m$), získané v bloku (6)

$$\min T_{sp2} = E \left(\frac{V_{zs}}{\max hW_m - hW_s} \right) + 1 \quad (h) \quad (9)$$

Maximální hodnotu ($\max T_{sp2}$) lze získat ze vztahu (10) nebo (11). Ve vztahu (10) je respektován požadavek na okamžik tvoření zásoby a celkový čas společné práce stacionární a mobilní části linky. Ve vztahu (11) je respektována minimální výkonnost (obr. 1) z možných sestav linky na poli. V cyklu společné práce (blok 8) při vytváření zásoby t_{sp2} ($t_{sp2} = \min T_{sp2}, \min T_{sp2} + 1, \dots, \max T_{sp2}$) se počítá vždy s menší hodnotou, získanou z obou vztahů

$$\max T_{sp2} = E(t_{sp} - T_{15} \text{ až } T_{19}) + 1 \quad (h) \quad (10)$$

nebo

$$\max T_{sp2} = E \left(\frac{V_{zs}}{\min hW_m - hW_s} \right) + 1 \quad (h) \quad (11)$$

[vztah (11) platí jediné při $(\min hW_s - hW_s) > 0]$

Blok 9: Počítá se požadovaná výkonnost mobilní části linky (vztah (12)) během vytváření zásoby pro různé časové režimy práce. Vymezením spodní a horní meze pro cyklus časů (blok 8) společné práce při vytváření zásoby (t_{sp2}) je zaručeno, že nebudou uvažovány nereálné kombinace (vztaheno zejména k maximálně možné výkonnosti mobilní části linky)

$$\text{pož } hW_m = \frac{V_{zs}}{t_{sp2}} + hW_s \quad (t \text{ h}^{-1}) \quad (12)$$

Bloky 10, 11, 12: Vybírá se vhodná sestava mobilní části linky pro obě fáze společné práce s horkovzdušnou sušárnou a při různých časových režimech. Se sestavou linky (kombinace i, d), která z hlediska výkonnosti nevyhovuje, se nepočítá; ostatním kombinacím je přiřazena v první fázi hodinová výkonnost sušárny (hW_s) a ve druhé fázi výkonnost ze vztahu (12).

Změna výkonnosti má pochopitelně vliv na přímé jednotkové náklady (N_{pm}), kterými se podílí mobilní část linky na nákladech celkových. Tyto náklady jsou počítány ze vztahu (13), tj. berou se v úvahu objemy práce při různých přímých jednotkových nákladech (pro fázi bez tvoření zásoby a s tvořením zásoby)

$$N_{pm} = \frac{1N_{pm} \cdot (t_{sp} - t_{sp2}) \cdot hW_s + 2N_{pm} \cdot t_{sp2} \cdot 2hW_m}{(t_{sp} - t_{sp2}) \cdot hW_s + t_{sp2} \cdot 2hW_m} \quad (\text{Kčs t}^{-1}) \quad (13)$$

Jak je patrné, je model sestaven tak, že musí být v každém případě zajištěn provoz horkovzdušné sušárny a při méně vhodném typu sklízecí řezačky může dojít i k omezení její výkonnosti (nevyužití) a k doporučení (z hlediska nákladů) omezit počet dopravních prostředků, které by normálně měly být k dispozici při výkonnostně sladěné strojní lince.

Bloky 13, 14: Řadí se varianty sestav strojních linek, pracujících v různých časových režimech, v rostoucí posloupnost podle přímých jednotkových nákladů a výsledky se tisknou. Z tab. II lze vyčíst, které údaje jsou tisknuty.

VÝSLEDKY

Za pomoci zadaných variant vstupních údajů (Kavka, 1978) se měla posoudit správnost činnosti modelu. Byla sledována vhodnost použitých kritérií a změny pracovních podmínek.

Vstupní údaje (zadávané při každém výpočtu) pro vybrané varianty a výsledky výpočtu jsou uvedeny v tab. I a II.

VHODNOST KRITÉRIÍ POUŽITÝCH K SESTAVOVÁNÍ STROJNÍ LINKY

Kritériem pro sestavení mobilní části linky (určení vhodného počtu prvků v článku hlavním a vedlejším) při různých časových režimech byly celkové přímé jednotkové náklady ($N_{pc} = N_{pm} + N_{ps}$), které jsou součtem nákladů, kterými se podílí mobilní část linky [vztah (13)] a horkovzdušná sušárna (N_{ps}). Tyto náklady jsou přepočteny na tunu zelené hmoty a úsušků. Hlavní složkou těchto nákladů (byla považována za konstantní — ve skutečnosti se mění) jsou přímé jednotkové náklady horkovzdušné sušárny. Je nutné přiznat, že v současné době není jednotný názor na velikost nákladů na hodinu práce horkovzdušné sušárny, a proto absolutní hodnoty nákladů musíme považovat pouze za orientační. Tato nepřesnost však neměla vliv na pořadí výhodnosti, neboť byl mezi sebou v jedné variantě porovnáván vždy jeden typ strojů nasazených v lince.

Za doplňkové kritérium byla zvolena potřeba živé práce. Podle tohoto kritéria lze s dostatečnou přesností porovnávat varianty mezi sebou.

VLIV ZMĚNY PRACOVNÍCH PODMÍNEK

Ve výpočtech byla sledována změna přepravní vzdálenosti, změna sklizené plodiny a změna typů strojů ve strojní lince.

Změna přepravní vzdálenosti znamenala nejen předpokládané změny v počtu prvků v článcích linky na poli, ale i změny v časových režimech. Celkově znamenalo zkrácení přepravní vzdálenosti snížení přímých jednotkových nákladů a potřeby živé práce.

1	Údaj		Varianta							
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
2	Typ řezačky		SŘUB-183	SPS-420	SPS-420	SŘUB-183	SPS-420	SŘUB-183	SŘUB-183	SŘUB-183
3	Typ traktoru v řezačce		Z-6718	—	—	Z-6718	—	Z-8011	Z-8011	Z-8011
4	Typ dopravního prostředku		Z-8011 + 7t	NA-5t	NA-5t	Z-8011 + 7t	NA-5t	Z-8011 + 7t	Z-8011 + 7t	Z-8011 + 7t
5	Typ sušárny		BS-6	BS-6	BS-18	BS-18	BS-18	BS-18	BS-6	BS-6
6	Maximální velikost skupiny	SŘ	2	1	1	2	1	2	2	2
		DP	8	7	8	9	7	9	8	8
7	Záběr řezačky (m)		1,83	4,20	4,20	1,83	4,2	1,83	1,83	1,83
8	Průchodnost (kg s^{-1})		5,5	20,0	20,0	5,5	35,0	5,5	5,5	5,5
9	Hmotnost řezačky (kg)		2500	8400	8400	2500	8400	2500	2500	2500
10	Výkon motoru SŘ (kW)		—	130	130	—	130	—	—	—
11	Přiklon naprázdno (kW)		5,1	9,0	9,0	5,1	9,0	5,1	5,1	5,1
12	Přiklon na kg průch ($\text{kW kg}^{-1} \text{s}$)		3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0
13	P (vzniku přerušení) (%)	SŘ	10	10	10	10	10	10	10	10
		DP	5	5	5	5	5	5	5	5
14	Střední délka přerušení (min)	SŘ	15	15	15	15	15	15	15	15
		DP	10	10	10	10	10	10	10	10
15	Náklady na h práce SŘ (Kčs h^{-1})		35	120	120	35	120	35	35	35
16	Výkonnost sušárny (t h^{-1} úsušků)		0,6	0,6	1,7	1,7	1,7	1,7	0,6	0,6
17	Maximální velikost meziskladu (t)		25	35	35	35	35	35	25	25
18	Náklady na h práce sušárny (Kčs h^{-1})		800	800	2200	2200	2200	2200	800	800
19	Druh plodiny		jetel	jetel	jetel	jetel	kukuřice	jetel	jetel	jetel
20	Výnos (t ha^{-1})		20	20	20	20	40	20	20	20
21	Přepočítávací koeficient		5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	5,0
22	Počet h práce sušárny (h d^{-1})		24	24	24	24	24	24	24	24
23	Čas T_{15} a T_{19} (h)		13	13	13	13	13	13	13	13
24	Součinitel K_{02} SŘ (1)		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
25	Objemová hmotnost (t m^{-3})		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,20	0,25	0,25
26	Přepřavní vzdálenost (km)		5	5	5	5	5	5	5	3
27	Čas skládání (min)		10	10	10	10	10	10	10	10
28	Simulační výměra (ha)		15	10	10	15	10	15	15	15

Legenda: SŘ — sklízecí řezačka DP — dopravní prostředek
 T_{15} až T_{19} — čas od začátku pracovní směny do 15.00 až 19.00 hodin

II. Výsledky výpočtu — Results of the calculation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Varianta č.	Poř. výhodn.	Linka pro 1. část dne					Linka pro 2. část dne					Spotřeba lidské práce (h t ⁻¹ us.)	Celkové náklady (Kčs t ⁻¹)	
		PHP	PŘ	PDP	výkonnost (t h ⁻¹) zel. hmoty	náklady (Kčs t ⁻¹)	PHP	PŘ	PDP	výkonnost (t h ⁻¹) zel. hmoty	náklady (Kčs t ⁻¹)		zel. hmoty	úsušků
I.	1	14					3	1	4	10,0	42,50	4,44	338,80	1694,10
	2	14					4	1	3	7,5	45,30	4,44	339,30	1696,50
	3	13					3	2	4	11,0	46,40	4,50	339,50	1697,60
	4	15					4	1	3	6,8	50,40	4,58	342,20	1710,80
	5	17	1	2	3,0	85,00	4	1	2	5,3	48,60	4,58	343,10	1715,60
	6	17					3	1	3	7,0	48,60	4,65	343,80	1719,10
	7	19					3	1	2	5,0	51,00	4,72	346,00	1720,90
	8	21					2	1	2	4,5	56,70	4,86	348,80	1744,10
	9	24					0	1	2	3,0	85,00	5,00	351,70	1758,30
II.	1	14					2	1	4	15,0	36,30	3,19	331,30	1656,40
	2	15					2	1	4	13,5	40,30	3,26	333,70	1668,60
	3	17					1	1	6	21,0	36,00	3,26	334,70	1673,50
	4	18					1	1	5	18,0	36,10	3,26	335,70	1678,30
	5	17	1	1	3,0	75,30	3	1	2	7,0	47,40	3,26	336,60	1683,20
	6	20					1	1	4	12,0	45,30	3,33	339,10	1695,40
	7	20					2	1	2	6,0	55,30	3,33	340,10	1700,30
	8	22					1	1	2	6,0	55,30	3,33	341,00	1705,10
	9	24					0	1	1	3,0	75,30	3,33	342,0	1710,00
III.	1	14					6	1	4	14,2	38,40	2,20	305,90	1529,30
	2	16					5	1	4	13,6	40,00	2,25	307,20	1536,20
	3	19	1	3	8,5	51,50	3	1	4	14,20	38,40	2,28	308,10	1540,50
	4	19					4	1	3	10,60	41,20	2,30	308,50	1542,30
	5	24					0	1	3	8,5	51,50	2,35	310,40	1551,80
IV.	1	17					6	1	4	9,9	42,90	2,84	307,00	1534,90
	2	16					4	2	7	17,0	45,00	2,94	308,10	1540,70
	3	18	1	4	8,5	50,00	3	2	7	17,0	45,00	2,94	308,30	1541,50
	4	20					2	2	7	17,0	45,00	2,94	308,50	1542,40
	5	24					0	1	4	8,5	50,00	2,94	308,80	1544,10

Pokračování tab. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V.	1	13	1	3	7,7	57,30	8	1	3	10,5	41,60	2,13	338,50	1523,20
	2	15					5	1	4	13,8	39,50	2,18	339,30	1526,70
	3	16					6	1	3	10,20	42,90	2,20	340,60	1532,70
	4	20					3	1	3	10,20	42,90	2,27	342,70	1542,30
	5	24					0	1	3	7,7	57,30	2,35	344,80	1551,80
VI.	1	15	1	4	8,5	51,20	6	1	5	12,8	40,80	2,79	306,80	1534,20
	2	18					4	1	5	12,8	40,80	2,84	307,90	1539,50
	3	18					5	1	4	10,20	42,60	2,84	308,10	1540,60
	4	13					7	2	5	13,4	46,00	2,89	308,60	1543,10
	5	24					0	1	4	8,5	51,20	2,94	338,20	1550,00
VII.	1	13	1	2	3,0	88,30	3	1	4	11,0	39,50	4,30	338,20	1691,00
	2	14					3	1	4	10,0	43,50	4,44	341,20	1705,90
	3	14					4	1	3	7,5	46,70	4,44	341,80	1709,00
	4	15					5	1	2	5,4	49,10	4,44	343,10	1715,30
	5	16					3	1	3	8,0	43,70	4,51	343,60	1718,10
	6	17					4	1	2	5,3	50,50	4,58	346,00	1730,20
	7	19					3	1	2	5,0	53,00	4,72	349,00	1745,10
	8	21					2	1	2	4,5	58,90	4,86	352,00	1760,10
	9	24					0	1	2	3,0	88,30	5,00	355,00	1775,00
	1	13					5	1	2	6,6	40,20	3,26	321,70	1608,70
VIII.	2	14	1	1	3,0	60,00	2	2	4	15,0	35,30	3,33	321,90	1609,70
	3	15					4	1	2	6,8	39,30	3,26	322,40	1611,80
	4	17					3	1	2	7,0	37,90	3,26	323,00	1614,90
	5	13					4	1	3	8,3	42,40	3,40	323,50	1617,40
	6	18					3	1	2	6,0	44,20	3,33	324,00	1624,00
	7	21					1	1	3	9,0	38,90	3,33	325,40	1627,10
	8	22					1	1	2	6,0	44,20	3,33	326,00	1630,20
	9	24					0	1	1	3,0	60,00	3,33	326,70	1633,30

Legenda: PHP – počet hodin práce linky za den,
 PŘ – počet sklízecích řezaček

PDP – počet dopravních prostředků
 us. – úsušky

Každý druh pícniny je charakterizován výnosem, přepočítávacím koeficientem mezi zelenou hmotou a úsuškou; každá změna druhu pícniny znamená dále změnu požadovaného příkonu na kilogram průchodnosti. Mezi variantami, ve kterých byla tato změna sledována, došlo k těmto rozdílům:

— změna časových režimů práce linky na poli a jí odpovídající změny v počtech prvků v člancích; pouze ve fázi tvoření zásoby;

— změna ve výsledných nákladech a potřebě živé práce ve prospěch plodiny (ku-kuřice), která měla nižší přepočítávací koeficient (Špelina aj., 1973) a nižší nároky na příkon na kilogram průchodnosti.

Změna typu traktoru v přívěsné řezačce neměla významný vliv na změnu sledovaných kritérií. Použití výkonnějšího traktoru Z-8011 bylo výhodnější, jestliže linka na poli zásobovala výkonnější horkovzdušnou sušárnu. Z toho lze usuzovat, že použití výkonnějšího traktoru, jehož motor zřejmě nebyl tak využit jako u traktoru méně výkonného (Z-6718), není nevýhodné. Uvedené výsledky korespondují se zkušenostmi z praxe a výzkumu v oblasti vývoje a využití traktorů.

Změna typu mobilní části linky při stejném typu horkovzdušné sušárny byla — při obou typech sušáren (BS-6, BS-18) — ve prospěch výkonnější linky na poli (SPS-420 + + nákladní automobil 5 t) nejen z hlediska potřeby živé práce, ale i z hlediska celkových nákladů. Tato skutečnost byla zřejmě nejvíce způsobena použitím výkonnějších dopravních prostředků.

Změnu typu horkovzdušné sušárny lze hodnotit především z hlediska potřeby živé práce, neboť náklady pro tento druh srovnání nejsou na dostatečném stupni přesnosti. Podle předpokladů byla úspora živé práce při použití výkonnější horkovzdušné sušárny ve všech srovnatelných variantách významná.

Seznam použitých znaků

N_{pc}	— celkové přímé jednotkové náklady (Kčs t^{-1})
N_{pm}	— přímé jednotkové náklady, kterými se podílí mobilní část linky v nákladech celkových (Kčs t^{-1})
N_{ps}	— přímé jednotkové náklady, kterými se podílí horkovzdušná sušárna v nákladech celkových (Kčs t^{-1})
$1N_{pm}$	— přímé jednotkové náklady mobilní části linky ve fázi, kdy není tvořena zásoba (Kčs t^{-1})
$2N_{pm}$	— přímé jednotkové náklady mobilní části linky ve fázi, kdy je tvořena zásoba (Kčs t^{-1})
T_{15} až T_{19}	— čas, který uplyne od začátku ranní směny do 15.00 nebo 16.00, 17.00, 18.00, 19.00 hodin (h)
$T_{sp}; t_{sp}$	— společný čas práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny (h)
T_{sp1}	— společný čas práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny, po který není vytvářena zásoba (h)
$T_{sp2}; t_{sp2}$	— společný čas práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny, po který je vytvářena zásoba (h)
T'_{sp2}	— společný čas práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny, po který je vytvářena zásoba a při minimálním společném času práce (h)
dT_s	— počet hodin práce horkovzdušné sušárny za den (h)
$\min T_{sp}$	— minimální čas společné práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny (h)
$\min; \max T_{sp2}$	— minimální, resp. maximální čas společné práce mobilní linky a horkovzdušné sušárny, po který je vytvářena zásoba (h)
V_m	— velikost meziskladu (t)
V_{zs}	— zásoba, která musí být u horkovzdušné sušárny po skončení práce mobilní části linky (t)
$d; hW_s$	— denní, resp. hodinová výkonnost horkovzdušné sušárny ($t d^{-1}; h^{-1}$)
$\min; \max hW_m$	— minimální, resp. maximální hodinová výkonnost mobilní části linky ($t h^{-1}$)
$2hW_m$	— hodinová výkonnost mobilní části linky v čase t_{sp2} ($t h^{-1}$)
T_{02}	— čas operativní (h)

T_{05} — čas produktivní zvětšený o čas prostojů zaviněných obsluhou (h)
 E — entier (nejbliže nižší celé číslo) ze vztahu v závorce

Literatura

KAVKA, M.: Nové přístupy k řízení provozu mechanizačních prostředků v rostlinné výrobě s využitím výpočetní techniky. [Habilitační práce.] Praha 1978 — Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchdol.

KAVKA, M.: Sestavování strojních linek pomocí počítače. Zeměd. Techn., 26, 1980, v tisku.

LISYOVÁ, J.: Některé poznatky z využívání sušárenských linek. Referát na I. celostátním setkání vědeckých pracovníků v zemědělství na VŠZ v Praze 1976. Acaemia, Praha 1977.

ŠPELINA, M. aj.: Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1973.

Došlo dne 28. 4. 1979

KAVKA, M. — LISYOVÁ, J. (Selskohospodářský institut, Praha - Suchdol): *Model sestavení strojních linek pro úrodu krmných plodin pro jejich sušení horkým vzduchem*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 39-50.

При помощи описанной модели можно определить подходящее количество и тип силосов, уборочных комбайнов и транспортных средств для заданного типа сушилки для сушки горячим воздухом. Кроме составления мобильной части машинной линии дает модель возможность подбора временного режима работы этой части линии. Принцип функции модели состоит в расчете всех комбинаций количества элементов каждого звена мобильной части линии и в подборе подходящей комбинации для разных временных режимов работы линии. Печатается очередность выгодности временных режимов работы линии и соответствующее им количество элементов каждого звена. Модель можно использовать как в этапе организации, так и в этапе управления эксплуатацией данного типа линии в реальном времени.

составление машинных линий; критериальная функция; моделирование механизированных процессов; использование вычислительной техники; сушка кормов горячим воздухом

KAVKA, M. — LISYOVÁ, J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): *A Model of Combining Machine Lines for the Harvest of Forage Crops to be Heated-air Dried*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1) : 39-50.

The described model can be used to determine the optimal type and number of chopper harvesters and vehicles for a given type of heated-air drier. Besides the combining of the mobile part of the machine line, a suitable time schedule of operations of this part of the line can be made up. The principle of the model is that all combinations of the elements and units within the mobile part of the line are calculated, and their suitable combinations are selected for different time schedules of operations of the line. The time schedules of operations of the line are arranged according to their advantages, with corresponding numbers of elements in the units. The model can be applied to the phase of organization, and to the phase of the control and management of the operations of the given line in real time.

combining machine lines; criterional function; simulation of mechanized processes; use of computing technique; heated-air drying of forage

Adresa autorů:

Doc. ing. Miroslav Kavka, CSc., doc. ing. Jarmila Lisyová, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha - Suchdol

B. Groda

GRODA, B. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Provozní spolehlivost dojícní techniky*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 51–57.

V příspěvku uvádíme teoretické řešení spolehlivosti dvoustavové soustavy dojícního zařízení DZD. Pro toto zařízení pak uvádíme některé výsledky výpočtu charakteristik spolehlivosti, které podrobujeme analýze.

spolehlivost; dojírna; bezporuchová činnost; doba obnovy; teoretické rozdělení; zákon rozdělení; superpozice zákonů

Důležitou charakteristikou provozní spolehlivosti strojní soustavy je hustota rozdělení doby bezporuchové činnosti a testování shody tohoto empirického (experimentálního) rozdělení s některým exaktním zákonem rozdělení. V teorii spolehlivosti (Šor, 1965) je dokázáno, že poruchy náhlé dostatečně těsně opisuje exponenciální zákon rozdělení. Těmto poruchám nelze preventivně zcela předcházet (např. servisní péčí). Proto je nutné je omezit nebo vyloučit jiným řešením konstrukčním nebo technologickým. Poruchy postupné jsou způsobeny postupným opotřebením, stárnutím materiálu atp. Jsou s dostatečnou přesností popisovány normálním rozdělením. Většina strojních zařízení jsou soustavy s postupnými i náhlými poruchami. Oprávněně lze předpokládat, že i dojícní zařízení náleží mezi taková zařízení. Proto nebyly uvedené teoretické zákony rozdělení (exponenciální, normální) použity v prosté formě, nýbrž v superpozici. Hustota rozdělení doby bezporuchové činnosti bude u nich vyjádřena tvarem:

$$\varphi(t) = c_1 \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda t} + \frac{c_2}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_1} \cdot e^{-\frac{(t-T_1)^2}{2\sigma_1^2}} \quad (1)$$

přičemž musí současně platit:

$$c_1 + c_2 = 1$$

Podmínkou platnosti tohoto zákona je, že poruchy náhlé a postupné nejsou na sobě závislé, tj. že pravděpodobnost současného výskytu obou poruch je zanedbatelná, resp. nulová. V programu výpočtu provozní spolehlivosti dojíren DZD byl tento zákon použit s krokem 0,01. Ve vědeckovýzkumné praxi se často používá také Weibulovo rozdělení

(Fleischman, 1976). Proto bylo použito pro hodnocení spolehlivosti dojení obecněji platného zákona ve tvaru (Mikušiak, 1969):

$$q(t) = (\lambda + \gamma \cdot k \cdot t^{\gamma-1}) \cdot e^{-(\lambda t + \gamma \cdot k \cdot t^\gamma)} \quad (2)$$

Toto obecné rozdělení pak

- pro hodnotu parametru $k = 0$ nebo, $\gamma = 1$ přejde v exponenciální rozdělení,
- obdobně pro $\lambda = 0$ má rozdělení tvar Weibulova rozdělení,
- pro $\gamma = 3,4$ přejde ve tvar normálního rozdělení.

Z toho vyplývá, že experimentální rozdělení bylo testováno s pěti teoretickými zákony rozdělení, přičemž krok jedné setiny superpozičního zákona podle rovnice (1) dává celkem 99 variant tohoto teoretického rozdělení. Tato značná pozornost je věnována teoretickým zákonům rozdělení proto, že prokázání dobré shody empirického rozdělení s některým teoretickým zákonem umožňuje podle daného zákona analyticky určit všechny charakteristiky spolehlivosti zkoumaného zařízení, včetně očekávaných dob výskytu poruch. Těch lze pak využít jak pro určení počtu a sortimentu náhradních dílů (ve výrobě, v obchodní organizaci, v servisní organizaci), tak i pro účely organizace objektivně zdůvodněné preventivní servisní péče.

Úkolem preventivní servisní péče je pak vyloučit možnost výskytu poruch při pracovním nasazení zařízení, v tomto případě v době vlastního dojení. Zavedení takové servisní služby pro zemědělské podniky je velmi významné, protože vznik poruch dojíčích zařízení v době dojení má průkazný negativní vliv na užitkovost a zdravotní stav vysoce cenného chovného materiálu — dojnic (Kavka, 1972).

Kromě testování shody empirického a teoretického rozdělení byla vypočtena statická (Λ , λ) a dynamická (h_t) intenzita poruch a pravděpodobnost bezporuchové činnosti (P_t) podle vztahů:

$$p(t) = e^{-\int_0^t \Lambda \cdot T} \cdot dt = e^{-(\lambda t + k t^\gamma)} \quad (3)$$

Pro uvedené charakteristiky a jejich časové průběhy byly určeny meze konfidenčních intervalů, tj. dolní a horní mez. Pro intenzitu poruch a střední dobu mezi poruchami podle vztahů:

$$\Lambda_d = \Lambda - Z_\alpha \cdot \sigma_\lambda, T_d = \frac{1}{\Lambda_d} \quad (4)$$

$$\Lambda_h = \Lambda + Z_\alpha \cdot \sigma_\lambda, T_h = \frac{1}{\Lambda_h}$$

a dále pro pravděpodobnost bezporuchové činnosti výrazy:

$$p_d(t) = e^{-\frac{t}{T_d}}, \quad p_h(t) = e^{-\frac{t}{T_h}} \quad (5)$$

Konečně byl ověřován nutný rozsah zkoušky (t_z) pro úroveň významnosti $\alpha = 0,01$ a $0,05$ ze vztahů:

$$n \cdot t_z = \frac{m \cdot T_{str}}{r_3} \quad (\text{pro celé zařízení}) \quad (6)$$

$$n_1 \cdot t_z = \frac{m \cdot t_{stř}}{r_3} \quad (\text{pro prvky a skupiny})$$

Pro vyhodnocení uvedených charakteristik provozní spolehlivosti dojíren DZD byly v provozních podmínkách vedeny záznamy o poruchách formou „Závadové karty“. Z této původní dokumentace byla zpracována vstupní data pro výpočet charakteristik spolehlivosti počítačem. Charakteristiky spolehlivosti byly vypočítány podle ČSN 01 0103 (Výpočet charakteristik spolehlivosti dvoustavových soustav) pro tyto soubory:

1. pro všechny prvky dojířny DZD,
2. pro prvky skupiny 9 — tj. dojířící přístroj,
3. pro prvek 9,7 — tj. strukovou gumu,
4. pro zbývající prvky souboru mimo prvky bodu 2 a 3.

Skutečný rozsah doby provozu za sledované období činil 8000 hodin.

1. VÝSLEDKY VÝPOČTU CHARAKTERISTIK SPOLEHLIVOSTI DOJÍŘEN DZD

Charakteristiky spolehlivosti byly určeny pro dobu bezporuchové činnosti a pro dobu obnovy funkčního stavu po poruše. Do doby obnovy funkčního stavu po poruše byla zahrnuta doba vlastní opravy (výměny) porouchaného prvku a doba jeho dopravy z podnikového skladu náhradních dílů.

1.1. Charakteristiky spolehlivosti doby bezporuchové činnosti

1. Celé zařízení DZD — se skládá z 2×2194 prvků

1.1 Hustota rozdělení četnosti poruch se shoduje s teoretickým zákonem rozdělení podle rovnice (1) na úrovni významnosti $\alpha = 0,01$ s parametry:

$$c_1 = 0,99; \quad c_2 = 0,01 \\ \lambda = 0,040; \quad T_1 = 2788; \quad \sigma = 1796,68$$

1.2 Meze konfidenčních intervalů pro $\alpha = 0,01$ činí:

$$A_d = 0,072; \quad A_h = 0,088 \\ T_d = 14 \text{ h}; \quad T_h = 11 \text{ h}$$

1.3 Délka zkoušky (t_z)

$$\text{pro } \alpha = 0,05; n = 2; t_z = 2007 \text{ h} \\ \text{pro } \alpha = 0,01; n = 2; t_z = 2121 \text{ h}$$

2. Funkční skupina 9 ... — dojířící přístroj

2.1 Hustota rozdělení četnosti poruch se neshoduje ani s jedním teoretickým zákonem

2.2 Meze konfidenčních intervalů pro $\alpha = 0,01$ činí:

$$A_d = 0,052; \quad A_h = 0,066 \\ T_d = 19 \text{ h}; \quad T_h = 15 \text{ h}$$

2.3 Délka zkoušky (t_z)

$$\text{pro } \alpha = 0,05; n_1 = 460; t_z = 2750 \text{ h} \\ \text{pro } \alpha = 0,01; n_1 = 460; t_z = 2907 \text{ h}$$

3. Prvek 9.7 — struková guma

3.1 Hustota rozdělení četnosti poruch se neshoduje ani s jedním teoretickým zákonem

3.2 Meze konfidenčních intervalů pro $\alpha = 0,01$ jsou:

$$A_d = 0,032; A_h = 0,043$$

$$T_d = 31 \text{ h}; T_h = 23 \text{ h}$$

3.3 Délka zkoušky (t_z)

$$\text{pro } \alpha = 0,05; n_1 = 80; t_z = 4256 \text{ h}$$

$$\text{pro } \alpha = 0,01; n_1 = 80; t_z = 4497 \text{ h}$$

4. Zbývající prvky dojírny DZD

4.1 Hustota rozdělení četnosti poruch se shoduje s teoretickým rozdělením podle rovnice (1), na úrovni významnosti $\alpha = 0,01$ s parametry:

$$c_1 = 0,99; c_2 = 0,01$$

$$\lambda = 0,016; T_1 = 3896; \sigma = 1823,568$$

4.2 Meze konfidenčních intervalů činí:

$$A_d = 0,027; A_h = 0,037$$

$$T_d = 38 \text{ h}; T_h = 27 \text{ h}$$

4.3 Délka zkoušky (t_z)

$$\text{pro } \alpha = 0,05; n = 2; t_z = 5083 \text{ h}$$

$$\text{pro } \alpha = 0,01; n = 2; t_z = 5372 \text{ h}$$

12. CHARAKTERISTIKY SPOLEHLIVOSTI DOBY OBNOVY

1. Celé zařízení DZD

1.1 Hustota rozdělení četnosti doby obnovy se shoduje s teoretickým zákonem rozdělení podle rovnice (1) na úrovni významnosti $\alpha = 0,01$ s parametry:

$$c_1 = 0,99; c_2 = 0,01$$

$$\lambda = 0,040; T_1 = 413; \sigma = 877325,167$$

1.2 Střední doby obnovy (t_o) činí:

$$t_o = 413,29 \text{ s}$$

2. Funkční skupina 9 — dojící přístroj

2.1 Hustota rozdělení četnosti doby obnovy se neshoduje ani s jedním teoretickým zákonem

2.2 Střední doba obnovy (t_o) má velikost:

$$t_o = 229,79 \text{ s}$$

3. Prvek 9,7 — struková guma

3.1 Hustota rozdělení četnosti doby obnovy se neshoduje ani s jedním teoretickým zákonem

3.2 Střední doba obnovy (t_o) má hodnotu

$$t_o = 193,29 \text{ s}$$

4 Zbývající prvky dojírný DZD

1.1 Hustota rozdělení četnosti doby obnovy se shoduje s teoretickým zákonem rozdělení podle rovnice (1) na úrovni významnosti $\alpha = 0,01$ s parametry:

$$c_1 = 0,99; c_2 = 0,01 \\ \lambda = 0,016; T_1 = 681; \sigma = 1070,586$$

4.2 Střední doba obnovy (t_o) činí:

$$t_o = 680,82 \text{ s}$$

2. ROZBOR VÝSLEDKŮ PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI DZD

Z výběru výsledků spolehlivosti dojíren DZD lze činit tyto závěry:

1. Prokázala se vhodnost použití superpozičního zákona hustoty rozdělení četnost pro hodnocení provozní spolehlivosti dojírné techniky.

2. Velmi významná shoda empirického rozdělení s teoretickým superpozičním zákonem se prokázala vždy v těch případech, kdy je hodnocen celý soubor (viz 11.1; 12.1) nebo převážná část prvků souboru, tj. varianty (podle bodů 11.4 a 12.4), ve kterých nejsou obsaženy prvky s vysokou frekvencí poruch.

3. Ve všech případech prokázaných shod empirického a teoretického rozdělení se projevuje významné — rozhodující — zastoupení exponenciálního zákona ($c_1 = 0,99$) v superpozičním rozdělení. To značí, že rozhodující podíl poruch v daných variantách soustavy strojního zařízení má náhlý charakter a nelze je preventivní servisní péčí vyloučit.

4. Ve variantě souboru podle bodu 11.1 je přibližně třikrát vyšší intenzita poruch než ve variantě 11.4. Zvýšení intenzity poruch v první variantě je rozhodující měrou způsobeno funkční skupinou „dojící přístroj“, která je z varianty 11.4 vyloučena. Tentýž závěr platí i pro charakteristiky doby obnovy (12.1; 12.4), protože tyto jevy, tj. porucha a její odstranění (obnova), se vzájemně podmiňují.

5. Z předešlého bodu vyplývá „zvláštní“ charakter poruch funkční skupiny 9 ..., tj. dojírného přístroje a prvku 9.7, tj. strukové gumy. Tyto poruchy sice významně zvyšují intenzitu poruch i obnov, ale neshodují se ani s jedním teoretickým zákonem rozdělení. Přitom jejich vyloučení z testovaného souboru (varianta 11.4; 12.4) nezmění poměrné zastoupení uvedených prostých zákonů v superpozičním rozdělení. Poměrné zastoupení $c_1 = 0,99$ a $c_2 = 0,01$ zůstává u těchto čtyř variant (11.1×11.4 ; 12.1×12.4) stále stejné. Zpětnou analýzou vstupních dat lze nalézt opakovanou kumulovanou poruchu více a mnohdy všech identických prvků v téže době provozu. To se týká zejména prvků dojírného přístroje, zvláště pak strukové gumy. Lze tedy usuzovat na subjektivní vliv, který sem vnesla obsluha, resp. opravář, při odstraňování poruch. Konfrontací s technikou a opraváři zemědělských podniků, které jsme sledovali, byla tato domněnka potvrzena, a to i přesto, že tyto osoby byly s posláním i metodikou důkladně seznámeny. Důvody této praxe jsou vcelku oprávněné, protože doposud není vypracována metoda objektivního posuzování mezních stavů pro jednotlivé prvky dojírné techniky. Oprava, resp. výměna se dělá vždy u všech (nebo u většiny) identických prvků v okamžiku, kdy se u několika z nich projeví zjevná porucha nebo závada.

6. Ve všech vyhodnocovaných variantách souboru se prokázalo, že délka provozního sledování (cca 8000 h) byla dostatečná pro průkaznou délku zkoušky (t_z) jednotlivých

prvků, skupin i celého strojního zařízení, a to na úrovni významnosti $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$. Největší požadovaná (vypočtená) délka zkoušky činila 5372 hodiny.

7. Zastoupení normálního zákona rozdělení — přestože je velmi nízké ($c_2 = 0,01$) — dokazuje, že ve zkoumaném souboru jsou prvky nebo skupiny, u kterých dochází k poruchám postupným opotřebením. Takovouto funkční skupinou je nesporně vývěva (Groda, 1978).

8. Z předešlých závěrů plyne, že je možné na vysoké úrovni věrohodnosti analyticky určit pravděpodobnost výskytu poruchy nebo bezporuchového stavu pro soustavu dojícího zařízení jako celku (11.1) nebo převážné části jeho prvků (např. varianta 11.4). Není však možné tuto časovou řadu pravděpodobnosti (poruchy či bezporuchového stavu) analyticky hodnověrně určit pro některé prvky, které jsou z hlediska funkčního i z hlediska vazby zvíře $\times$ stroj značně významné. Jedná se o prvky dojícího přístroje, a zejména o strukovou gumu. Pro tyto prvky jsou určeny základní číselné charakteristiky spolehlivosti (λ , h_t , t_z , T_d , T_h , t_o), které jsou dostačující pro určení objemu a sortimentu náhradních dílů, a to jak ve výrobě, tak i u obchodních organizací, které zajišťují tyto náhradní díly pro zemědělské podniky. Nejsou však úplně dostačující, aby se vytvořil objektivně zdůvodněný systém preventivní servisní péče o tuto zemědělskou techniku, který by zamezil vzniku poruchy v době vlastního pracovního nasazení, tj. v době vlastního dojení. Takový systém by bylo možné považovat za konečné řešení zaváděného servisu pro mechanizaci živčišné výroby, speciálně pro dojící a chladicí techniku.

Z uvedeného rozboru vyplývá, že problémů na tomto úseku je dosud velmi mnoho a že se jejich řešení ještě nevěnuje dostatečná pozornost, přestože se situace v posledních letech výrazně zlepšila. Z bodu 5 těchto závěrů např. vyplývá, že spolehlivost celé řady prvků a funkčních skupin dojící techniky bude nutno zkoumat jinak. Jako vhodná forma zkoumání spolehlivosti těchto prvků se jeví způsob založený na poznání vnitřních změn pracovních, funkčních a jiných charakteristik či parametrů, které předcházejí, resp. probíhají v době od začátku používání až do okamžiku vzniku mezního stavu nebo vzniku poruchy či závady. Kromě toho je nutné poznat vzájemnou vazbu mezi změnou charakteristik jednotlivých prvků či skupin až do vzniku vzájemně podmíněného mezního stavu (např. změna výkonnosti vývěvy a spotřeby dojícího zařízení).

ZÁVĚR

Z rozboru výsledků vyplývá, že spolehlivost dojící techniky lze úplně a hodnověrně hodnotit na základě analýzy poruchovosti pouze v případech, kdy hodnotíme všechny prvky tohoto zařízení, nebo jejich převážnou část. V ostatních případech, tj. při hodnocení charakteristik spolehlivosti jednotlivých skupin a prvků dojící techniky používané v dojírnách DZD, je nutné k řešení jejich spolehlivosti přistupovat jinou metodou, což tento příspěvek zdůvodňuje, resp. toto z něj vyplývá. V takových případech je vhodné spolehlivost odvozovat z průběhu změn pracovních charakteristik jednotlivých prvků strojního zařízení.

Seznam označení

$\varphi(t)$	— hustota rozdělení (—)
c_1, c_2	— konstanty poměrného zastoupení (—)
σ	— směrodatná odchylka
λ	— intenzita poruch (h^{-1})
t	— doba (h)
$P(t)$	— pravděpodobnost bezporuchové činnosti
A_d, A_h	— dolní a horní mez intervalu intenzity poruch
T_d, T_h	— dolní a horní mez doby mezi poruchami

z_α	— součinitel konfidenční úrovně
r_3	— součinitel kvantilu plochy setrvačnosti (Šor, 1965)
$p_d(t), p_h(t)$	— dolní a horní mez pravděpodobnosti bezporuchové činnosti
m	— počet poruch
n, n_1	— počet zkoušených strojních soustav, skupin nebo prvků
α	— úroveň významnosti
γ, k	— parametry teoretického zákona hustoty rozdělení

Literatura

ČSN 01 0103 — Výpočet charakteristik spolehlivosti dvoustavových soustav.

FLEISCHMAN, Z.: Kvalitativní ukazatele provozní spolehlivosti a pohotovosti zemědělské techniky. In: Sborník MF VŠZ, Praha 1976.

GRODA, B.: Spolehlivost vývív SVL 40 a SVL 60. Zeměd. Techn., 24, 1978, č. 6, s. 355-368.

KAVKA, M.: Vliv krátkodobých poruch dojitých zařízení na průběh dojení a zdravotní stav mléčné žlázy. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1972. — Vysoká škola zemědělská.

MIKUŠIAK, A.: Základy teorie spolehlivosti. Skriptum VAAZ, Brno 1969.

ŠOR, J. B.: Statistické metody analýzy a kontroly jakosti a spolehlivosti. Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1965.

Došlo dne 24. 1. 1979

ГРОДА, Б. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Эксплуатационная надежность доильной техники. Земед. Техн., 26, 1980 (1): 51-57.

В статье приводится теоретическое решение надежности двухстанковой системы доильной установки ДЗД. Для этой доильной установки приводятся некоторые расчеты характеристик надежности, которые анализируются.

надежность; доильное помещение; бесперебойная деятельность; время восстановления; теоретическое распределение; закон распределения; суперпозиция законов

GRODA, B. (University of Agriculture, Brno): *Reliability of Operation of Milking Machines*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 51-57.

A theoretical solution is given of operational reliability of a two-state system of the DZD milking machine. For this type of equipment, some calculated reliability characteristics are presented which are subjected to an analysis.

reliability; milking room; fail-safe operation; renewal time; theoretical specification; law of specification; superposition of laws

GRODA, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Betriebssicherheit der Melktechnik*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (1): 51-57.

Im Aufsatz wird die theoretische Lösung der Betriebssicherheit eines Zweistandsystems der Melkanlage DZD aufgeführt. Für diese Melkanlage werden dann einige Ergebnisse der Berechnung von Betriebssicherheitscharakteristiken angegeben, die der Analyse unterworfen werden.

Betriebssicherheit; Melkstand; störungsfreie Tätigkeit; Erneuerungszeit; theoretische Einteilung; Gesetz der Einteilung; Überlagerung der Gesetze

Adresa autora:

Ing. Bořivoj Groda, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1-3, 662 65 Brno

VĚDECKÉ ČASOPISY

ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ

uveřejňují původní vědecké práce o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů zemědělství a lesnictví. Dále otiskují vědecká pojednání, studie a přehledy zahraniční literatury o vědeckých problémech. Práce z různých výzkumných pracovišť, vztahující se k jednomu problému, jsou vydávány v monotematických číslech:

V roce 1980 budou vydávány časopisy:

ROSTLINNÁ VÝROBA	12X ročně, předplatné Kčs 216,—
ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
VETERINÁRNÍ MEDICÍNA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA	12X ročně, předplatné Kčs 144,—
LESNICTVÍ	12X ročně, předplatné Kčs 144,—
SBORNÍK ÚVTIZ	
GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ	4X ročně, předplatné Kčs 40,—
OCHRANA ROSTLIN	4X ročně, předplatné Kčs 40,—
MELIORACE	2X ročně, předplatné Kčs 20,—
SOCIOLOGIE ZEMĚDĚLSTVÍ	2X ročně, předplatné Kčs 20,—
ZAHRADNICTVÍ	4X ročně, předplatné Kčs 40,—

Vědecký časopis SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMOSLOVACA je určen pro zahraničí. Otiskuje vědecké práce a studie, které jsou československým přínosem k celosvětovým poznatkům zemědělské vědy. Články jsou otiskovány v angličtině a ruštině. Časopis vychází čtvrtletně a celoroční předplatné činí Kčs 40,—.

VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ je orgánem ČSAZ a výzkumných ústavů. Informuje o problematice zemědělské vědy a výzkumu, projednáváné na zasedáních pléna, předsednictva odborů a komisí ČSAZ, na konferencích a sympoziích. Přináší referáty z mezinárodních kongresů a výsledné zprávy ze studijních cest ze zahraničí. V četných rubrikách uveřejňuje materiály o plánech a výsledcích činnosti jednotlivých ústavů a pracovišť. Věstník ČSAZ vychází měsíčně a celoroční předplatné činí Kčs 96,—.

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

PŘÍČINY VZNIKU SAMOVZNÍČENÍ U MATERIÁLŮ POUŽÍVANÝCH V ZEMĚDĚLSKÉ PRAXI

Problematika samovznícení je pro svou náročnost a složitost zpracována dosud velmi povrchně. V příčinách vzniku požáru má však samovznícení přední místo. Týká se to hlavně samovznícení sena a zemědělských plodin, uhlí a uhelného prachu a rostlinných olejů a tuku (fermeže).

Jak vyplynulo ze šetření po požárech, většine požárů by se dalo zabránit, kdyby byly všeobecně známé látky náchylné k samovznícení a kdyby byly přesně dořizovány předpisy a vyhlášky, týkající se požárního zabezpečení.

ROZBOR PŘÍČIN SAMOVZNÍČENÍ

Teoretický výklad procesu samovznícení je velmi složitý a obtížný. Teorie samovznícení byla zatím vypracována s určitým zjednodušením pouze pro plyny a z ní je možné po další aproximaci vycházet při vysvětlování procesu samovznícení u kapalin a látek pevných.

Těmito problémy se zabývá desítky let značný počet vědců. Poměrně největších úspěchů dosáhli sovětsští badatelé, např. akademik N. N. Semenov, laureát Nobelovy ceny, dále O. N. Todes, D. A. Frank — Kamenecký, V. N. Monachov, z ostatních např. J. R. Rothbaum a další.

K samovznícení je na úplném začátku nutný tepelný (fyzikální), chemický nebo mikrobiologický impuls, aby došlo k samozahřívání, které může dále za určitých podmínek vést ke žhnutí, eventuálně ke vzniku plamene.

Všechny zápalné látky, které jsou ve styku se vzduchem, se začínají při určitých teplotách oksylichovat. Protože se při tomto procesu uvolňuje teplo, jsou při určitých poměrech mezi rychlostí uvolňování a odvádění tepla všechny schopny zahřívání. Samozahřívání některých látek může probíhat nejen při oksylichování, ale i při jiných exotermických reakcích, a rovněž tak při mnoha dalších fyzikálních, chemických a biologických jevech. Tyto procesy jsou příčinou samozahřívání látek (kromě výbušných látek) jen v počátečním stadiu a nezúčastňují se stadia předcházejícího samovznícení.

Jak již bylo uvedeno hoření látek ve vzdušném kyslíku vždy předchází pomalý proces oksylichování. Začátek oksylichování je závislý na vlastnostech hořlavin a dochází k němu při různých teplotách. Látky, jejichž oksylichování začíná při nízkých teplotách, jsou velmi nebezpečné, protože při určitých podmínkách může proces oksylichování přejít v hoření.

Samovznícení můžeme tedy definovat jako proces vzniku hoření, který probíhá v důsledku samozahřívání látek zahřátých na stav, v němž rychlost uvolňování tepla v důsledku oksylichování převyšuje rychlost odvádění tepla.

Proces samozahřívání pevných látek probíhá na rozdíl od zahřívání plyných směsí mnohem pomaleji. Dá se to vysvětlit poměrně malým povrchem oksylichování, velkou koncentrací hořlavé látky v jednotce objemu, postupnou změnou vlastností látky a dalšími okolnostmi. Podobně jako u plyných směsí se může přerušit proces samozahřívání pevných látek dříve, než dojde k samovznícení. Při určité počáteční teplotě přechází proces samozahřívání v samovznícení, které končí u těchto látek žhnutím nebo vznikem plamene. Když bereme v úvahu teploty samovznícení při hodnocení požárního nebezpečí látek, nemůžeme zapomínat, že to nejsou konstantní veličiny pro určitou hořlavinu. Z teorie samovznícení vyplývá, že tato teplota závisí na množství uvolněného a odvedeného tepla, které je zase závislé na objemu a tvaru hořlavé látky, jejím množství v jednotce objemu, na tlaku, době dodávání tepla a dalších faktorech. Teplota samovznícení se mění podle objemu a tvaru hořlavých látek. Je to dáno tím, že při stejném tvaru hořlavé látky se zmenšením objemu zmenšuje velikost povrchu, který odvádí teplo v závislosti na jednotce objemu. Čím menší bude povrch, který odvádí teplo připadající na jednotku objemu hořlavé látky, tím rychleji bude teplo odváděno do okolí a tím nižší bude teplota samovznícení směsi.

Snížení teploty samovznícení při zvyšování objemu hořlavé látky neprobíhá neomezeně. Po dosažení určitého objemu (přičemž tvar se nemění) zůstává teplota samovznícení konstantní veličinou. Je to proto, že samovznícení neprobíhá v celém objemu současně, ale jen v jednom bodě, nebo v poměrně malé části objemu, kde se vytvořily optimální podmínky. Proto změna množství odvedeného tepla v malém objemu hořlavé látky vnějšími plochami má vliv na změnu teploty samovznícení, zatímco ve velkém objemu nemá vliv.

Teplota samovznícení hořlavé látky při zmenšení jejího objemu se rovněž nezvyšuje neomezeně. Při velmi malém objemu hořlaviny se povrch, který odvádí teplo připadající na jednotku objemu tak zvětší, že uvolňování tepla v důsledku okysličování i při vysokých teplotách nemůže převýšit odvádění tepla a samovznícení nemůže nastat.

Například zmačkané hadry, namočené ve fermeži, se samy vznítí při teplotě 20 °C. Při stejné teplotě nemůže dojít k samovznícení těchto hadrů za předpokladu, že se vyrovnají. V prvním případě byl povrch odvádění tepla na jednotku objemu malý, uvolňování tepla v důsledku okysličování převyšovalo odvádění tepla a hadry se zahřívaly až k hoření. V druhém případě se povrch odvádění tepla pro tentýž objem hadrů zvětšil, uvolňování tepla okysličováním již nepřevyšovalo odvádění tepla a samozahřívání hadrů neproběhlo. To znamená, že teplota samovznícení hadrů byla v druhém případě vyšší než 20 °C. Příklad ukazuje, že se teplota samovznícení všech hořlavých látek zvyšuje, zvětší-li se povrch odvádění tepla, který se vztahuje na jednotku objemu látky.

Velký vliv na teplotu samovznícení kapalin mají katalyzátory. Katalyticky mohou působit stěny nádoby, v níž je hořlavina. Katalyzátory mohou být rovněž bezprostředně přivedeny do hořlavé látky. Známe katalyzátory kladné a záporné, tj. takové, které buď zvyšují, nebo snižují samovznícení.

Při pomalém okysličování uhlovodíků vznikají peroxidy, které napomáhají dalšímu okysličování látky. Pokud se tyto peroxidy okamžitě oddělí od reagující směsi, okysličování se zpomalí a samovznícení začíná při vyšší teplotě.

Látky zpomalující okysličování hořlavých látek se nazývají antidenátory. Ty se slučují s peroxidy snadněji než s hořlavinami, a tak snižují jejich koncentraci ve směsi.

Látky, které urychlují detonaci, se nazývají prodetonátory; přidají-li se do směsi, snižuje se teplota jejího samovznícení.

U pevných látek, které se při zahřívání taví a vypařují, se teplota samovznícení mění stejně jako u kapalin. Látky jako rašelina, dřevo, hnědé uhlí, černé uhlí, seno, sláma, bavlna a jiné se při zahřívání rozkládají. Produkty tepelného rozkladu látek mají svoji teplotu samovznícení, přičemž teplota samovznícení uhlíkového zbytku je nižší, než teplota plyných produktů rozkladu. Proto se za teplotu samovznícení těchto látek považuje teplota samovznícení uhlíkového zbytku jako nejnižší teplota, při které začíná látka hořet. Samovznícení uhlíkového zbytku se projevuje tlením a u plynulých produktů plamenem. Tlení je nedokonalé hoření, při němž shoří jen uhlíkový zbytek a plyné produkty rozkladu nehoří. Tlení se však může snadno změnit v hoření. Např. v hromadě bavlny probíhá tlení a když se jeho ohnisko dostane na povrch, změní se v hoření plamenem. Rovněž tlení sena se po odkrytí horní vrstvy změní v hoření plamenem.

Teplota samovznícení pevných látek závisí na jejich rozmělnění. Čím více je pevná látka rozmělněna tím nižší je, teplota jejího samovznícení.

Velký význam má teplota samovznícení směsi pevných hořavin s okysličovadly. Proto se tyto směsi obecně používají zejména v pyrotechnice k přípravě zápalných a osvětlovacích prostředků, signálních ohňů, raket apod. Směsi se vyskytují při výrobě a použití okysličovadel a při jejich přepravě a skladování. Při velkém množství okysličovadla a malém množství hořlaviny můžeme získat směs schopnou samovznícení, ale teplota samovznícení směsi je vyšší než teplota samovznícení přítomné hořlavé látky. Při dalším zvětšování množství hořlaviny ve směsi se teplota samovznícení snižuje, až je značně nižší než teplota samovznícení hořlaviny, přítomné ve směsi.

CHEMICKÉ SAMOVZNÍCENÍ

Příčinou chemického samovznícení jsou exotermní reakce, které probíhají při styku chemických látek se vzduchem, vodou, nebo se tyto látky vzněcují při vzájemném smíchání. Tyto látky při výrobě, skladování, přepravě a rovněž při zacházení s nimi mohou způsobit požár nebo výbuch. Jejich analogické vlastnosti umožňují rozdělení na jednotlivé skupiny a jejich klasifikaci. Jsou to:

1. Látky, které se samy vzněcují účinkem vzduchu, jako je fosfor, hliníkový prach a podobně. Proto se např. fosfor, který se ve vodě nerozpouští, skladuje v uzavřených nádobách pod vodou. Saze jsou náchylné k samovznícení v prvním stadiu po jejich vzniku. Mají v té době schopnost absorbovat kyslík ze vzduchu a okysličovat se. Tato vlastnost se však po krátkém čase ztrácí a saze již nejsou schopné samovznícení. Rovněž terpentýn se může sám vznítit, když se do něj namočí vláknité materiály. Příčinou samovznícení je jeho schopnost okysličovat se na vzduchu při nízkých teplotách.

2. Látky, které se vzněcují působením vody: Z nich je v praxi nejznámější karbid vápníku. Při reakci karbidu vápníku s malým množstvím vody se uvolňuje takové množství tepla, že za přítomnosti vzduchu se acetylén, který při procesu vzniká, vznítí sám.

Další pro nás známou látkou je kysličník vápenatý (nehašené vápno), který se při reakci s vodou zahřívá. Když na nehašené vápno dopadá malé množství vody, zahřívá se a může zapálit hořlavé látky, s nimiž je ve styku. Ve stavební praxi se vyskytly případy požárů dřevěných kůlen, v nichž se skladovalo nehašené vápno. Požáry v těchto kůlnách vznikaly zejména v období dešťů nebo tání sněhu, kdy k vápnu pronikla voda.

SAMOVZNÍCENÍ NA ZÁKLADĚ BIOLOGICKÝCH DĚJŮ

Samovznícení na základě biologických dějů vysoce převyšuje ostatní příčiny samovznícení. Mají k němu sklon různé rostlinné materiály, především seno a sláma, zejména jsou-li navlhle. Může však dojít i k samovznícení jiných stonkových materiálů, uložených, ve větších celcích.

Samovznícení rostlinných materiálů, přesněji samozahřívání vedoucí k samovznícení, probíhá ve dvou etapách vzájemně na sebe navazujících. Předpokladem pro navození dějů první etapy je především dostatečná vlhkost materiálů, která umožňuje rozvoj plísni a mikroorganismů. Pro přechod do druhé etapy, tj. do etapy, kdy se teplota zvyšuje až k bodu vznícení, je nutná dostatečná velikost (objem) skladovaného materiálu jako předpoklad dostatečné akumulace tepla.

Pokud jde o první etapu, je nutné k životním pochodům mikroorganismů poznamenat, že nepříznivé životní podmínky (např. sucho) přecházejí mikroorganismy v podobě zapouzdřených útvarů tzv. spor. V příznivých životních podmínkách se ze spor mikroorganismy uvolňují, napadají různé látky, rozkládají je, a tím především získávají energii potřebnou ke svému životu. Ve vhodných podmínkách se mikroorganismy rychle rozmnožují a jejich životní děje vedou k zvyšování teploty. Mimo požadavky na přítomnost vody (vlhkosti) mají mikroorganismy různé nároky na teplotu – teplotní optimum různých bakterií je rozdílné. Baktérie, jejichž teplotní optimum je ve vyšších teplotách než normálních, se nazývají teplo-milné.

V případě navlhleho rostlinného materiálu se nejdříve rozmnoží skupiny mikroorganismů s požadavkem normálních teplot. Jejich životními pochody se zvýší teplota rostlinného materiálu, což vede k rozmnožování mikroorganismů s požadavkem na vyšší teploty, zatímco předchozí mikroorganismy postupně odumírají.

Životní pochody druhé skupiny vedou k dalšímu zvyšování teploty se stejnými důsledky – rozvíjejí se mikroorganismy ještě teplotomilnější atd. Tak stoupá teplota přibližně na teplotu kolem 70 až 80 °C, kdy hynou i nejteplotomilnější mikroorganismy. Jejich fermenty (enzymy) mohou působit při teplotách ještě o něco vyšších, lze však předpokládat, že maximálně do teploty 90 °C se i ony rozkládají, takže při teplotách přibližně mezi 70 až 90 °C končí první etapa – samozahřívání na základě biologických jevů.

Zvyšování teploty na začátku etapy (samozahřívání na základě chemických dějů) není zcela objasněno, předpokládá se však, že při těchto teplotách dochází k exotermickému štěpení molekul některých látek a k jejich částečné oxidaci. V průběhu stoupání teploty nad 100 °C se vytváří pyroformní uhlík jemné struktury, který pohlcuje kyslík a váže jej na sebe. Materiál postupně dále uhelnatí a začíná doutnat. Doutnáním se z ohniska samovznícení (leží vždy uvnitř skladovaného materiálu) šíří k povrchu tzv. kanály.

Samozáhřev rostlinných materiálů se objevuje poměrně často, ne vždy však dochází k samovznícení. Jak již bylo uvedeno, jedním z předpokladů samovznícení je dostatečná vlhkost materiálu. Je-li rostlinný materiál navlhly dostatečně, dochází k popsaným pochodům dříve a naopak, je-li materiál navlhčen nedostatečně, rozmnoží

se mikroorganismy jen mírně, mírným zvýšením teploty se odpaří voda, mikroorganismy odumřou a skladovaný materiál začne opět chladnout.

Dalším předpokladem samovznícení je určitá minimální velikost skladovaného materiálu. Minimální objem sena a slámy, ve kterém k samovznícení může dojít, je kolem 35 m³, což je rozměr přibližně 3 × 3 × 4 m. V krytých a tepelně izolovaných prostorách (např. půda) je možné počítat s určitým snížením uvedených rozměrů. Čím menší objem zaujímá skladovaný materiál, tím jsou horší podmínky pro akumulaci tepla. V případě, že se skladuje menší množství rostlinného materiálu než je uvedeno, vytváří se i při dostatečné vlhkosti rovnováha mezi teplem vyprodukovaným mikroorganismy a teplem sálajícím (vydáváním) do okolí. Často se i u materiálů menších rozměrů časem voda odpařuje, zhoršují se podmínky pro život mikroorganismů a materiál (stoh) i v tomto případě začne chladnout. Údaje o minimálních rozměrech se však netýkají vatového sena (lesní tráva) u kterého může dojít k samovznícení i při menším objemu.

Děje vedoucí k samovznícení i samovznícení samotné mohou být doprovázeny různými průvodními jevy. Jedním z nich je již uváděné zvyšování teploty. Teplotu sena i slámy lze zjišťovat různými způsoby, většinou se tak děje tyčovými teploměry. Nejčastěji se používají tzv. krechtové teploměry s měřicím stonkem o délce 1,5 m. Pro měření teploty stohů jsou naprosto nevhodné, neboť jimi lze zjišťovat teplotu pouze pod povrchem. Ta může být nízká, i když jsou již uvnitř stohu doutnající ohniska. V současné době jsou k dostání nastavné tyčové teploměry. Teploměr je v nich umístěn v prvním díle opatřeném hrotem a do stohu se zasouvá nastavitelnou tyčí. Hloubka měření je přibližně do 3 metrů. Aby bylo měření teploty správné, je důležité nechat teploměr v hloubce dostatečně ohřát (vyrovnat teplotu pouzdra s teplotou uvnitř stohu) rychle vytáhnout a odečíst teplotu.

Činnosti mikroorganismů, především teplomilnějších, vznikají organické kyseliny, zejména kyselina octová. Tyto kyseliny ovlivňují reakci sena, ale podle nejnovějších výzkumů nejsou spolehlivým důkazem, že v uskladněném materiálu došlo k samozahřívání. Přítomnost organických kyselin se předběžně zjišťuje z reakce skladovaného materiálu indikátorovými papírky (pH) a dokazuje se rozбором na plynovém chromatografu. Předběžně zjišťování kyselosti má význam při normálním skladování sena nebo slámy. Ztrácí význam v případě samovznícení senáže, která má při správném skladování obsahovat kyselinu mléčnou. Zjištěná kyselost pomocí indikátoru naznačuje pouze, že vzorek je vhodný pro další chemické zkoumání a nenahrazuje v žádném případě rozbor na plynovém chromatografu.

V místech intenzivního zahřívání a především v okolí ohniska samovznícení rostlinného materiálu materiál stejnoměrně zhnědne až začernává a je cítit pražení (pražená káva). Převládá-li mikrobiální činnost, může být pach vysloveně nakyslý. Zjištění vrstev nebo prostorů se stejnoměrně zhnědlým materiálem dokazuje, že při samozahřívání byla překročena kritická hranice kolem 100 až 130 °C. Tato teplota se uvádí jako kritická proto, že od této hranice se může vzestup teploty zrychlovat, a tudíž hrozí bezprostřední nebezpečí vzniku požáru. Zhnědlé vrstvy obsahují většinou vyšší podíly organických kyselin a jsou pro chemické rozборы nejvýhodnější. Přechází-li však zbarvení do černá, vhodnost materiálu k chemickým rozborům se snižuje, neboť při uhelnatění dochází i k rozkladu organických kyselin.

Kromě zápachu bývá někdy pozorováno paření stohu (obzvláště v zimě), mizení sněhu se stohu, popřípadě propadávání stohu v určitém místě. Samotné zahřívání sena nebo slámy bývá v případě samovznícení někdy provázáno výbuchem a samovznícený rostlinný materiál většinou v důsledku nadměrné vlhkosti pomaleji odhořívá.

Pokud jde o údobí, během něhož je možné samovznícení sena a slámy připustit, jde o dobu od tří dnů do jednoho roku od uskladnění. Nejčastěji však k samovznícení dochází během 14 dnů až čtyř měsíců. Po půl roce od uskladnění je samovznícení jen ojedinělé.

Nelze vyloučit ani možnost samovznícení uvedených materiálů, jestliže dostatečně navlhnou (zatékání vody). Většinou se však v případě zatékání vytvoří v uskladněném materiálu provhlý sloupec, jehož rozměry jsou pro zahřívání k teplotě samovznícení nedostatečné; v těchto místech dochází nejčastěji k zplsnění.

Úkazy, doprovázející děje, jež vedou k samovznícení, i samovznícení samotné mohou být vyvinuty v různé intenzitě, nebo se podle okolností nemusí vyskytovat vůbec, nebo mohou upoutat pozornost. Intenzita průvodních jevů záleží na skladbě materiálů a jeho celkové i místní vlhkosti. Při skladování navlhleho materiálu může nastat několik alternativ. V prvním případě probíhají děje vedoucí k samovznícení

téměř v celé hmotě (veškerý materiál provlhlý) skladovaného materiálu mimo povrchové vrstvy. V době, kdy se uvnitř materiálu vytvořilo již doutnající ohnisko, může v okolních partiích ještě probíhat intenzivní bakteriální činnost. V těchto případech může v okolí skladovaného materiálu převládat nakyslý pach nad vůní typickou pro závěrečné fáze samovznícení (pražená káva). Ve druhém případě, jde-li o skladovaný materiál s nestejnou vlhkostí, vytvoří se několik oblastí samozahřívání, ve kterých intenzita dějů i narůstání teploty může být různá. Ve třetím případě jde o situaci, kdy se do suchého rovnoměrně rozmísťovaného materiálu přidá materiál navlhlý. Potom je oblast samozahřívání omezena jen na nepatrnou část skládky.

Zatímco v prvních dvou případech se většinou vedlejší úkazy vyskytují dost intenzivně a málo kdy ujdou pozornosti, ve třetím případě nemusí být vedlejší úkazy pozorovatelné, obzvláště tehdy, leží-li ohnisko samovznícení ve spodních vrstvách skládky.

Vznik požárů rostlinných materiálů samovznícením bývá někdy provázen výbuchem různé intenzity, a to především při skladování v uzavřených prostorách. K tomu dochází tak, že z ohniska samovznícení se doutnání šíří k povrchu tzv. kanály. Při doutnání se uvolňují některé plynné hořlavé produkty (především kyslík uhlíkatý), které vytvoří nad senem, popřípadě v povrchových vrstvách sena, se vzduchem výbušnou směs a po prodoutání kanálu při zahoření plamenem vybuchnou.

Velmi náročná je také otázka samovznícení senáží a siláží v silech. Jak již bylo řečeno, nutné podmínky pro samovznícení jsou: zdroj kyslíku, velký objem materiálu, vhodná vlhkost, chemické složení materiálu. Jestliže je aplikujeme na podmínky v síle, musí nás napadnout některé otázky. Siláž je obecně považována za materiál, který neobsahuje kyslík. Kyslík obsažený v rostlinném materiálu se rychle spotřebuje respirací a metabolismem aerobních organismů, dále zde dochází k fermentaci, způsobené aerobními mikroorganismy. Zdroj kyslíku je tedy nutno hledat jinde.

V zahraničí se stal případ, že u síla postaveného z betonových prefabrikátů byl požár zjištěn až tehdy, když prohořely jedny z dřevěných dveří síla. Požár byl hašen velkým množstvím vody, až se zdálo, že byl udušen. Dveře byly vyměněny, ale za několik dní prohořely další dveře, o patro výše. Požár byl opět uhašen vodou a dveře vyměněny. Postupně však hořely další dveře, vždy směrem vzhůru. Jak vyplývá i z dalších případů, dveře jsou hlavním místem, kde probíhá výměna plynů mezi vnitřkem síla a okolní atmosférou. Dále jsou to všechna místa spojů, kde ani při největší pečlivosti nelze zaručit hermetičnost. V neposlední řadě nelze zabránit vniknutí vzduchu do siláže při vyskladňování. Teoreticky je možné vytěsnit kyslík z věže kysličníkem uhlíčitým, ale v praxi se ukazuje, že je-li dostatečná difúze kyslíku do siláže, kysličník uhlíčitý tam dlouho nezůstane.

Občas může dojít k samovznícení obilí a produktů z něj vyráběných. Nebezpečí požáru obilních kultur a produktů jejich zpracování (kroupy, mouka apod.) je dána jejich schopností vznícení od nenadále vzniklých zdrojů zážehu a schopnosti k samovznícení. Přitom největší nebezpečí je u vzdušných směsí a usazeného prachu. Průmyslové prachy obilních produktů při usazování na zahřáté povrchy mají sklon žhnout. Žhnoucí částice se mohou ventilátory a zařízeními pneumatické dopravy rozšířit na větší vzdálenost.

Obilí se vzněcuje hlavně při skladování ve vlhkém stavu v hromadách bez dostatečného provětrávání. Hoří-li prach obilních produktů na konstrukcích, oheň se rychle rozšiřuje po povrchu.

Také u olejů a tuků může dojít k samovznícení. Oleje můžeme rozdělit na tři skupiny: minerální, rostlinné a živočišné. Oleje, tuky nebo fermeže, které jsou uskladněny v sudu, v láhvi nebo nádrži, se nemohou samozahřívát, protože jejich plocha styku se vzduchem je velmi malá. Aby se olej, tuk nebo fermež mohly samy vznítit, je třeba zvětšit plochu jejich oksylování. To je možné smáčením vláknitých nebo drobně rozemnutých pórovitých látek (vaty, čistícího odpadu, hadrů, koudel, pilin) olejem. Podle literárních údajů má 1 g vaty povrch 0,1 až 0,15 m², skelná vata 0,054 m², malířské saze 80 m². Takový povrch k oksylování získávají oleje, když jsou jimi smočeny uvedené materiály. To však ještě nestačí pro samovznícení. K tomu je třeba, aby plocha oksylování oleji napuštěných materiálů byla značně větší než plocha odvodu tepla. Takové podmínky se vytvoří, když jsou oleji napuštěny materiály uložené na hromadách, v balících, přiléhají blízko jeden k druhému apod.

Samovznětlivost oleji napuštěných materiálů ovlivňuje také teplota vzduchu. Čím je vyšší, tím je k začátku samozahřívání potřeba kratší doby, může se sám

vznítit menší objem materiálu napuštěného oleji a oleje je třeba menší množství. Pokusy se samovznícením ukázaly, že 50 g bavlněné vaty namočené ve lněném oleji při teplotě 50 °C se začalo zahřívat za 119 hodin, při teplotě 60 °C za 54 hodiny, při teplotě 70 °C za 22,7 hodiny a při teplotě 100 °C za dvě hodiny. To znamená, čím vyšší teplota vzduchu, tím větší samovznětlivost oleji napuštěných materiálů, a tím pravděpodobnější je možnost vzniku požáru. Tato zákonitost se projevila u těchto materiálů při běžné teplotě. Nejnižší teplota, při které se v praxi vyskytlo samovznícení olejů a tuků, byla 10 až 15 °C.

Mimo zemědělské materiály, o kterých jsme se již zmínili, je k samovznícení také velmi náchylné uhlí. Ze všech druhů uhlí má největší sklon k samovznícení uhlí hnědé a nejmenší antracit. Na samovznícení uhlí má vliv: okysličování uhlí při nízkých teplotách, absorpce vzdušného kyslíku a jiných plynů a par uhlím, obsah kyslíku (pohlcují kyslík rychleji než uhlí), rozměry uhelných částic (u jemně rozemletého uhlí je nebezpečí největší), vlhkost, stáří uhlí, teplota vzduchu, rozměry hromady nebo zásobníku, větrání zásobníku, druh a chemické složení uhlí. Okysličování uhlí je základní příčinou procesu samovznícení. Vlastní proces okysličování se skládá z okysličování kyslu a jiných sirných sloučenin a rovněž z okysličování vlastní masy uhlí.

Síra v uhlí je ve formě organických sloučenin, siřníků a síranů. Např. v hnědém uhlí jsou to organické sloučeniny, v černém uhlí kysy.

Podle obsahu síry v uhlí nemůžeme ještě posuzovat jeho schopnost k samovznícení. Jsou druhy uhlí s malým obsahem pyritu, ale jsou náchylné k samovznícení a naopak druhy, které obsahují velké množství pyritu, nejsou schopné samovznícení.

Společně s okysličováním pyritu se okysličuje samotné uhlí a částečně i nenasycené sloučeniny, které v něm jsou. Na jejich přítomnost v uhlí se usuzuje podle některých vlastností uhlí. Výzkumem je dokázáno, že existuje přímá souvislost mezi schopností uhlí se vznítit a schopností vázat halogeny a okysličovat se při nízké teplotě. Tyto vlastnosti jsou charakteristické pro vysokomolekulární nenasycené sloučeniny (glycidy vyšších mastných kyselin); proces okysličování uhlí při odpovídajících podmínkách urychluje proces samovznícení. Ten je závislý na počáteční teplotě uhlí koncentraci kyslíku v okysličujícím prostředí, stupni rozmělnění uhlí a na dalších faktorech.

Zvýšená koncentrace kyslíku v okysličujícím prostředí urychluje samozahřívání uhlí. Množství uvolněného tepla při okysličování uhlí značně převyšuje uvolňování tepla při okysličování v něm se nacházejícího pyritu. Z toho vyplývá, že podstatnou příčinou samovznícení uhlí je jeho schopnost se okysličovat.

Druhou příčinou uvolňování tepla je jeho absorpce plynů a par. Množství tepla, které se uvolňuje v procesu absorpce při stejných podmínkách, je závislé na povaze pohlcovaných plynů a par. Při pohlcování kyslíčnicku uhličitého a vodních par se uvolňuje více tepla než při pohlcování kyslíku. Na základě toho byl vysloven předpoklad, že hlavním zdrojem tepla v počátečním stadiu procesu samovznícení uhlí je absorpce vodních par.

Absorpční schopnost uhlí je závislá na jeho stáří. Čím je uhlí mladší, tím více obsahuje hydrokopické vody, která je v uhlí vázána koloidně. Koloidy mají schopnost absorpce, tzn., že tuto vlastnost má i mladé uhlí.

Kdyby uhlí mělo jakoukoli absorční schopnost, nemohl by tento jev být příčinou zvyšování teploty v uhlí až k samovznícení. To se vysvětluje tím, že v procesu absorpce se uvolňuje méně tepla než při okysličování, a rovněž tím, že schopnost uhlí k absorpci je závislá i na teplotě. Uhlí při nízkých teplotách pohlcuje páry a plyny, zatímco při vysokých teplotách je zase naopak uvolňuje. Velikost zrn uhlí napomáhá procesu samovznícení. Čím je uhlí drobnější, tím větší je jeho povrch, tím rychleji probíhají procesy okysličování a tím více tepla se uvolňuje.

Ing. Antonín Jelínek, Vladimír Marek Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

Svatoš J., Žák K., Hájek J.: Využití výkonu traktoru při zpracování půdy na svahu	1
Knoll J., Bajla J., Procházka B.: Stanovení matematického modelu spalovacího motoru Z-8001 z vonkajšej rýchlostnej charakteristiky	11
Souček Z.: Teoretický výpočet parametrů charakterizujících prostorové rozložení hmotnosti samojízdných zemědělských strojů	19
Velebil M., Hauptman J.: Biologické parametry biotopu stájí skotu pro řešení bioniky staveb	29
Kavka M., Lisyová J.: Model pro sestavování strojních linek na sklizeň píce k horkovzdušnému sušení	39
Groda B.: Provozní spolehlivost dojící techniky	51

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

Jelínek A., Marek V.: Příčiny vzniku samovznícení u materiálů používaných v zemědělské praxi	59
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

Сватош Й., Жак К., Гаек Я.: Использование мощности трактора при обработке почвы на склонах	9
Кнолл Й., Байла Й., Прохазка Б.: Определение математической модели двигателя внутреннего сгорания Зет-8001 по внешней скоростной характеристике	17
Соучек З.: Теоретический расчет параметров, характеризующих пространственное распределение массы самоходных сельскохозяйственных машин	26
Велебил М., Гауптман Я.: Библические параметры биотопа коровников для решения бионики построек	37
Кавка М., Лисыова Я.: Модель составления машинных линий для уборки кормовых для их сушки горячим воздухом	50
Грода Б.: Эксплуатационная надежность доильной техники	57

CONTENTS

Svatoš J., Žák K., Hájek J.: Exploitation of Tractor Performance in the Course of Soil Cultivation on the Slope	9
Knoll J., Bajla J., Procházka B.: Elaboration of a Mathematical Model of a Z 8001 Internal-combustion Engine from the Aspects of Speed Characteristics	17
Souček Z.: Theoretical Calculation of Parameters Characterizing the Spatial Distribution of Weight of Self-propelled Farm Machines	27
Velebil M., Hauptman J.: Biological Parameters of the Biotope of Stables for Cattle in view of the Bionics of Constructions	38
Kavka M., Lisyová J.: A Model of Combining Machine Lines for the Harvest of Forage Crops to be Heated-air Dried	50
Groda B.: Reliability of Operation of Milking Machines	57

INHALT

Svatoš J., Žák K., Hájek J.: Ausnützung der Schlepperleistung bei der Bodenbearbeitung am Hang	9
Knoll J., Bajla J., Procházka B.: Bestimmung des mathematischen Modells des Verbrennungsmotors Z-8001 und der äußeren Geschwindigkeitscharakteristik	18
Souček Z.: Theoretische Berechnung der Parameter, die die Raumverteilung der Masse von selbstfahrenden Landmaschinen charakterisieren	27
Velebil M., Hauptman J.: Biologische Parameter des Biotops der Rindviehställe für die Lösung der Baubionik	38
Kavka M., Lisyová J.: Modell für die Zusammenstellung der Maschinenketten für die Grünfütterernte zur Heißlufttrocknung	(E) 50
Groda B.: Betriebssicherheit der Melktechnik	57

Rukopis odevzdán k tisku 9. 10. 1979 — Podepsáno k tisku 12. 12. 1979

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.