



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

4

ROČNÍK 34 (LXI)
PRAHA
DUBEN 1988
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Đuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, DrSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Miroslav Posekaný, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

OBSAH

Bauer F.: Vliv regulační hydrauliky traktorů na spotřebu paliva a výkonnost orebních agregátů	193
Kovář R., Breš M.: Stanovení ukazatelů bezporuchovosti traktorů ZETOR UŘ I na základě zkrácené doby sledování	203
Trunečka K.: Laboratorní hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin	215
Blahovec J.: Technologie oddělení sklizně klasů a slámy u obilovin	227
Labuda R.: Meranie spaľovacieho motora pomocou mikropočítačov	233
Novotný V., Novotná E.: Tribologická diagnostika	241
ZE ZAHRANIČÍ	
Strouhal E.: Produktika v zemědělství USA	249

СОДЕРЖАНИЕ

Бауер Ф.: Влияние регуляционной гидравлики на расход горючего и производительность пахотных агрегатов	201
Коварж Р., Бреш М.: Определение показателей безаварийности трактора Зетор UŘ I на основе сокращения срока наблюдения	213
Трунечка К.: Лабораторная оценка форсунок опрыскивателей предназначенных для защиты растений	225
Благовец Й.: Технология раздельной уборки колосьев и соломы зерновых	232
Лабуда Р.: Измерение двигателя внутреннего сгорания с помощью микровычислительных машин	239
Новотны В., Новотна Э.: Трибологическая диагностика	248

CONTENTS

Bauer F.: The Influence of Hydraulic Control Systems on the Fuel Consumption and Performance of Tillage Equipment	201
Kovář R., Breš M.: Determining the Parameters of Inherent Reliability of the Zetor UŘ I Tractors on the Basis of a Shortened Time of Monitoring	213
Trunečka K.: Laboratory Evaluation of the Nozzles of Sprayers Used in Plant Protection	226
Blahovec J.: Picking the Ears and Stems apart: A Technology of Cereal Harvesting	232
Labuda R.: Microcomputers Used for Internal Combustion Engine Measurements	240
Novotný V., Novotná E.: Tribological Diagnosis	248

VLIV REGULAČNÍ HYDRAULIKY TRAKTORŮ NA SPOTŘEBU PALIVA A NA VÝKONNOST OREBNÍCH AGREGÁTŮ

F. Bauer

BAUER, F. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv regulační hydrauliky traktorů na spotřebu paliva a na výkonnost orebních agregátů*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 193-201.

Jedním ze znaků současných traktorů je jejich vybavenost regulační hydraulikou, která zvyšuje širokou využitelnost těchto mobilních energetických prostředků v zemědělské praxi. Aplikace různých typů regulace hydraulického zvedacího zařízení umožňuje snížit spotřebu nafty a současně zvýšit výkonnost orebního agregátu. V předloženém příspěvku shrnujeme výsledky terénního měření energetické náročnosti a výkonnosti orebních agregátů ve vztahu k regulační hydraulice traktorů Zetor UR I a UR II. Regulační hydraulika traktorů přispívá ke snižování spotřeby paliva při základním zpracování půdy — při orbě — za současného zvýšení pracovního výkonu.

mobilní energetické prostředky; regulace hydraulického zvedacího zařízení

Vysoké úkoly, které jsou kladeny na naše zemědělství a především na rostlinnou výrobu, mohou být splněny pouze za předpokladu, že bude plně využíván půdní fond. Intenzifikace zemědělství přinesla i některé negativní vlivy, a to především zhoršování půdních vlastností, např. nežádoucí zhutňování půd. Důsledky nadměrného zhutnění půd se projevují ve zvýšené spotřebě pohonných hmot.

Celospolečenským úkolem je snižování energetické náročnosti v zemědělském provozu, úspora pohonných hmot a dodržování norem spotřeby nafty.

Z normativů spotřeby paliv vycházejících z československých i zahraničních zkušeností vyplývá, že orba se řadí na první místo pracovních operací v zemědělství ve spotřebě tzv. přímé energie — nafty. Současná zemědělská praxe má na regulační hydrauliku traktoru určenou k ovládání tříbodového závěsu traktoru speciální požadavky, které se od sebe liší a které — jak bude ukázáno — mají vliv na spotřebu nafty a výkonnost orebních agregátů.

Princip silové regulace spočívá v tom, že reguluje zatížení, v našem případě hloubku orby tak, aby se v impulsním táhle udržela konstantní síla. Silová regulace reaguje na zvýšený odpor pluhu tím, že pomocí impulsního táhla je impuls předán do automatického mechanicko-hydraulického systému. Tento systém sníží zatížení tím, že částečně vyhloubí pluh, a tak přenesení část jeho hmotnosti na zadní nápravu traktoru, což se v praxi projeví snížením prokluzu a vyrovnáním rychlosti orebního agregátu (Bauer, 1985).

Princip práce polohové regulace spočívá v tom, že při změně polohy tříbodového závěsu vzhledem k traktoru, způsobené vnějšími vlivy, se

vyvolá regulační pochod, který změnu polohy koriguje a zajistí původně nastavenou polohu neseného nářadí.

Smíšená regulace je v podstatě regulace silová spolu s regulací polohovou. Výhodou smíšené regulace je, že při proměnlivém odporu půdy je kolísání hloubky orby menší.

METODA

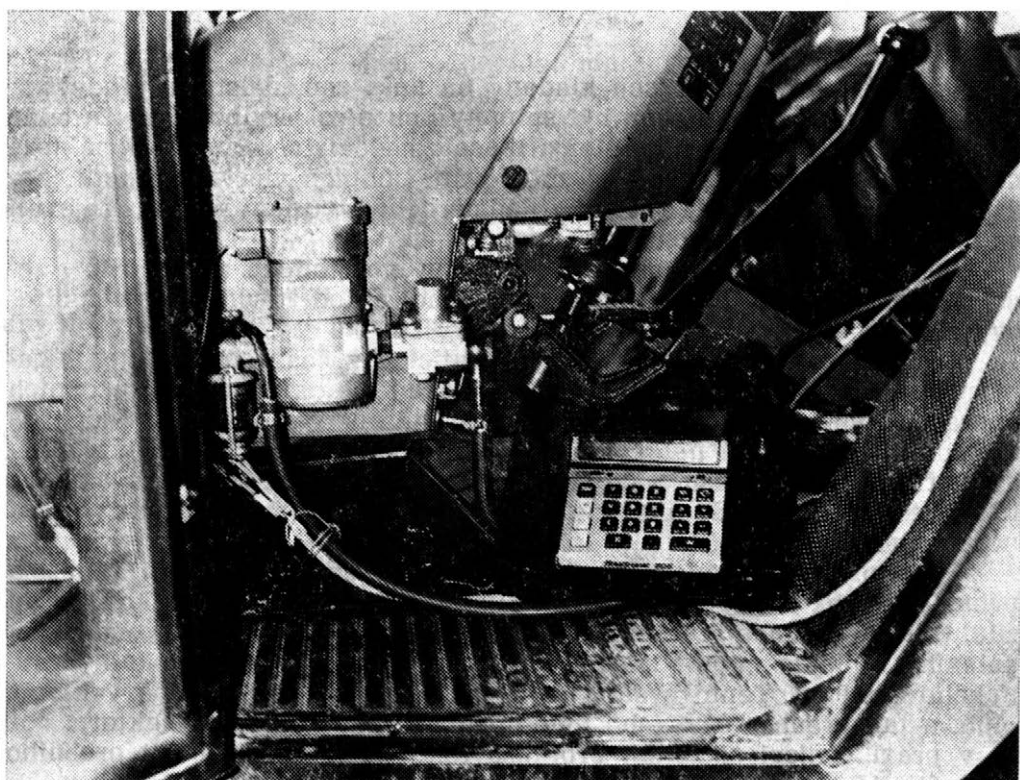
Při měření jsme použili traktor UR I Z 7245, který byl agregován s neseným pluhem 3 PN 35, a traktor UR II Z 16145 agregovaným s pluhem 5-PHX-35-HP-1. Měření se konalo ve spolupráci s VÚTr., k. p. Agrozeň Zetor.

Měření orebního agregátu UR I probíhalo na pozemku mírně svažitém ve směru orby. Pozemek byl dobře upraven po předchozí plodině — okurkách, s nízkým podílem rostlinných zbytků, které byly před orbou rozbity cepákováním. Na pozemku byly vybrány vhodné úseky, na kterých byly vytyčeny tři měřicí úseky, každý o délce 50 m. Po 5 m byly umístěny kolíky pro měření hloubky a záběru pluhu. Mezi jednotlivými úseky byl dostatečný prostor pro seřízení pluhu a ustálení pracovního režimu traktoru před vjezdem do měřicího úseku.

Měření orebního agregátu UR II probíhalo na více druhích půd. Vždy byly vybrány úseky s minimální svažitostí a s možností orat dlouhou brázdou.

Rozchod traktoru byl upraven tak, aby odpovídal záběru pluhu. Tlak v zadních pneumatikách byl upraven na hodnotu 150 kPa, v předních pneumatikách na 250 kPa.

Spotřeba nafty se měřila měřicím přístrojem FLOWTRONIC-250 (obr. 1), doplněným o FLOWJET-VENTIL 4703. Toto měřicí zařízení se skládá ze snímače,



1. Měření spotřeby paliva pomocí přístroje FLOWTRONIC-250 — Measuring the fuel consumption by a FLOWTRONIC-250 apparatus

2. Průběžné měření hloubky pomocí mechanického hmatače — Continuous measurement of tillage depth by a mechanical sensor



čítače impulsů a ventilu FLOWJET. Snímač je pístový průtokoměr, který spotřebu paliva na měřeném úseku zobrazí na displeji čítače v mililitrech. FLOWJET ventil spolu se snímačem byl namontován do palivového okruhu traktoru a zajišťoval chlazení cirkulací nafty v palivovém systému motoru. FLOWTRONIC-250 umožňuje měřit spotřebu paliva s přesností 0,5 %.

Hloubka orby byla měřena průběžně mechanickým hmatačem (obr. 2), otočným kolem čepu upevněného na rámu pluhu. Hmatač byl přitlačován k povrchu půdy konstantní silou vyvozenou závažím umístěným na hmatači. S hmatačem byl mechanicky přes pojistné zařízení vázán pohyb jádra induktivního snímače Hottinger, který zaznamenával hloubku orby v průběhu měření.

Šířka záběru pluhu byla měřena pásmem v pětimetrových vzdálenostech. Čas potřebný na projetí orební soupravy měřicím úsekem byl měřen stopkami s přesností 0,1 s.

Vizuálně byly kontrolovány další parametry ovlivňující kvalitu orby — obrácení orané půdy, nakypření ornice, hřebenitost povrchu ornice, zapravení organické hmoty do půdy aj. Pluh byl seřizován tak, aby tyto parametry odpovídaly příslušným normám a agrotechnickým požadavkům. Pravidelně bylo kontrolováno ostří radlic a dbáno na to, aby tloušťka ostří nepřekročila 1,5 mm.

Traktory pracovaly vždy na plnou dodávku paliva. Přední hnací nápravy byly trvale zapnuty. Oralo se na různé způsoby regulace; naměřené výsledky jsou uvedeny v tab. I až VI.

VÝSLEDKY

Naměřené hodnoty orebních agregátů UŘ I a UŘ II týkající se spotřeby paliva, hloubky orby, záběru pluhu a času projetí orební soupravy měřeným úsekem jsou uvedeny v tab. I až VI. Z naměřených hodnot byla vypočtena hektarová spotřeba nafty Q_{ha} a efektivní výkonnost W_1 . Vypočtené hodnoty byly zpracovány do grafů znázorněných na obr. 3 až 6.

Orební agregát UŘ I měl nejnižší hektarovou spotřebu paliva při orbě na opěrné kolo, tedy bez regulace. Těchto výsledků bylo dosaženo proto, poněvadž pluh orebního agregátu musel být vyhlouben při orbě na opěrné kolo, motor traktoru nebyl schopen překonat zatížení dané hloubkou orby. Se zatížením daným hloubkou orby 25 cm motor traktoru pracoval bez problémů pouze při uvedení do funkce regulační hydrauliky, to je při regulaci silové nebo smíšené (obr. 3 a 4).

I. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UŘ I — silová regulace —
The measured and calculated values for an UŘ I tillage equipment — force control

Regulace	Číslo měření	Spotřeba m_p [ml]	Čas T [s]	Hloubka orby h [m]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l . ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha . h ⁻¹]
Silová regulace	10	133,665	33,5	0,238	1,033	25,879	0,555
	12	136,325	34,8	0,253	0,975	27,964	0,504
	15	147,630	38,0	0,230	0,996	29,645	0,472
	19	145,635	45,2	0,215	1,035	28,142	0,412
	21	147,630	46,0	0,211	1,045	28,255	0,409
	24	151,620	45,5	0,234	0,968	31,326	0,383
	27	139,650	44,0	0,266	0,938	29,776	0,384
	31	142,975	44,2	0,275	0,962	29,724	0,392
	35	133,665	43,0	0,264	1,019	26,235	0,427
	36	134,330	42,0	0,279	1,047	25,660	0,449
	37	138,320	42,8	0,265	1,083	25,544	0,455
	39	135,660	43,0	0,271	1,015	26,731	0,425
	40	143,640	44,0	0,261	1,061	27,076	0,434
	42	118,370	42,2	0,268	0,982	24,108	0,419
	43	104,405	40,2	0,237	0,978	21,351	0,438
	44	109,725	41,2	0,236	0,948	23,149	0,414

II. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UŘ I — smíšená regulace —
The measured and calculated values for an UŘ I tillage equipment — mixed control

Regulace	Číslo měření	Spotřeba m_p [ml]	Čas T [s]	Hloubka orby h [m]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l . ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha . h ⁻¹]
Smíšená regulace	9	141,645	38,0	0,246	1,010	28,049	0,478
	13	142,975	45,0	0,256	0,996	28,710	0,398
	16	134,995	43,4	0,236	0,976	27,663	0,405
	18	156,275	46,5	0,236	1,034	30,227	0,400
	22	152,285	45,0	0,237	1,052	28,952	0,421
	25	151,620	45,2	0,269	0,947	32,021	0,377
	28	152,285	45,0	0,273	0,940	32,401	0,376
	32	129,010	42,4	0,265	1,036	24,905	0,440
	33	132,335	43,0	0,247	1,029	25,721	0,431
	38	135,660	42,5	0,276	1,058	25,645	0,448
	41	145,635	45,0	0,286	1,042	27,953	0,417

III. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UR I — orba bez regulace
— The measured and calculated values for an UR I tillage equipment — tillage without control

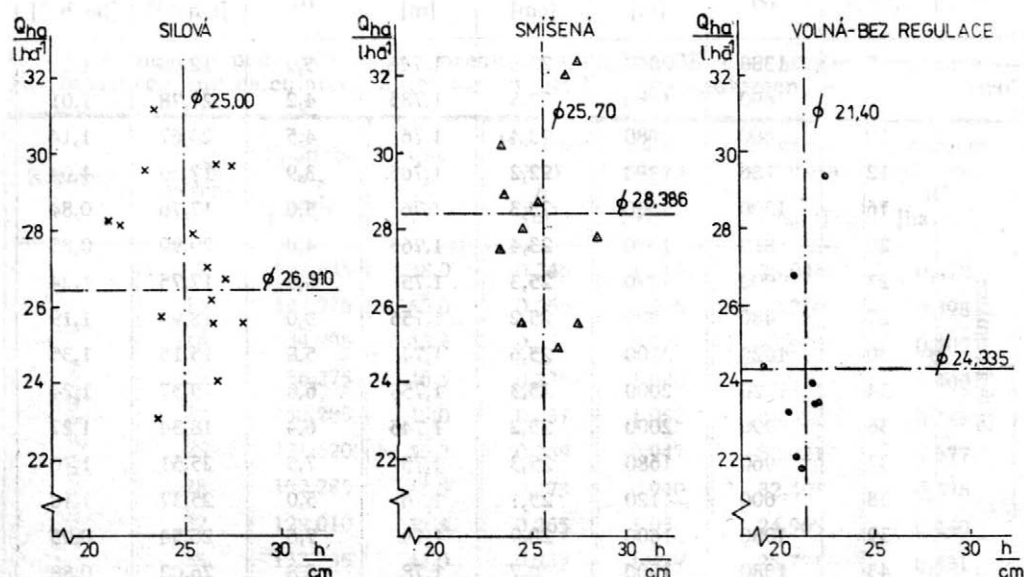
Regulace	Číslo měření	Spotřeba m_p [ml]	Čas T [s]	Hloubka orby h [m]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l. ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha. h ⁻¹]
Orba bez regulace	11	120,365	32,5	0,210	1,090	22,085	0,604
	14	129,010	33,4	0,218	1,072	24,069	0,578
	17	127,015	32,8	0,221	1,078	23,565	0,592
	20	137,655	44,4	0,194	1,129	24,386	0,458
	23	127,680	42,0	0,206	1,098	23,257	0,471
	26	117,705	41,8	0,212	1,079	21,817	0,465
	29	146,965	47,4	0,224	0,999	29,422	0,379
	30	141,645	44,0	0,218	1,056	26,826	0,432
	34	129,010	43,0	0,219	1,094	23,586	0,458

IV. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UR II — silová regulace —
The measured and calculated values for an UR II tillage equipment — force control

Regulace	Číslo měření	Čas T [s]	Délka brázdy l [m]	Hloubka orby h [cm]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba m_p [l]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l. ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha. h ⁻¹]
Silová regulace	5	1380	2800	22,3	1,746	5,9	12,08	1,27
	9	690	1080	22,5	1,785	4,2	21,78	1,01
	10	600	1080	22,4	1,76	4,5	23,67	1,14
	12	780	1280	22,2	1,765	3,9	17,26	1,04
	16	1200	1600	23,3	1,76	5,0	17,76	0,84
	20	810	1080	23,4	1,765	4,0	20,99	0,85
	23	900	1770	25,3	1,75	5,5	17,75	1,24
	27	480	900	25,2	1,755	3,0	18,99	1,19
	30	1020	2200	25,6	1,74	5,8	15,15	1,35
	34	1020	2000	25,3	1,755	6,8	19,37	1,24
	36	990	2000	25,2	1,745	6,4	18,34	1,27
	37	960	1680	25,3	1,75	7,5	25,51	1,10
	38	600	1120	25,1	1,76	5,0	25,37	1,18
	39	1080	1600	20,9	1,79	7,6	26,54	0,95
	43	1380	1900	20,7	1,78	8,8	26,02	0,88
	46	1800	2700	24,8	1,74	10,2	21,71	0,94
	50	960	1350	25,1	1,74	4,9	20,86	0,88

V. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UŘ II — smíšená regulace —
The measured and calculated values for an UŘ II tillage equipment — mixed control

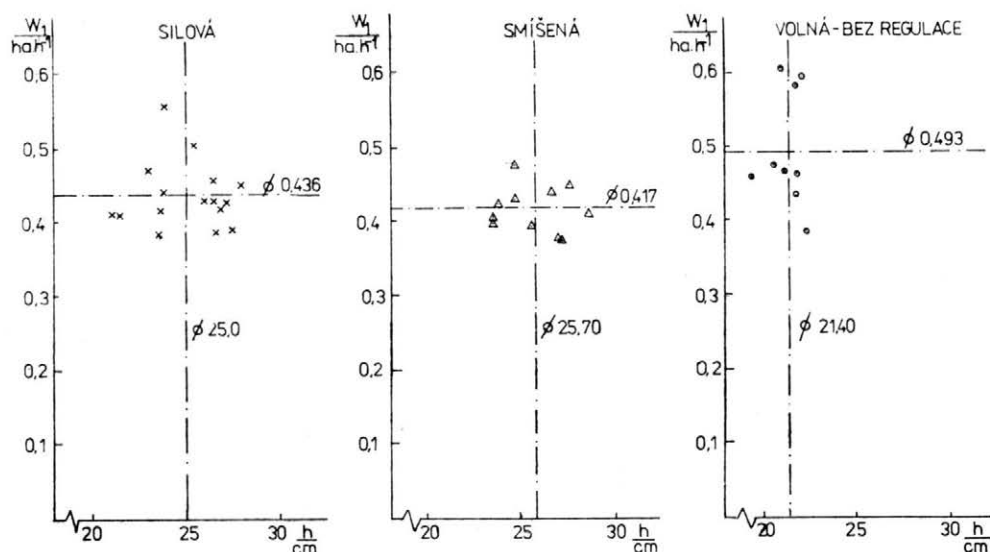
Regu- lace	Číslo měření	Čas T [s]	Délka brázdy l [m]	Hloubka orby h [cm]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba m_p [l]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l · ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha · h ⁻¹]
Smíšená regulace	3	2100	4020	22,1	1,745	11,5	16,39	1,20
	6	1260	2100	22,4	1,76	6,5	17,59	1,06
	13	780	1280	22,1	1,75	3,5	15,63	1,02
	14	780	1280	22,1	1,75	3,2	14,37	1,03
	18	900	1380	23,4	1,74	5,0	20,82	0,96
	19	780	1080	23,5	1,75	3,5	18,52	0,87
	24	930	1710	25,1	1,76	6,0	19,93	1,17
	25	900	1650	25,0	1,76	5,0	17,32	1,16
	31	1020	2000	25,4	1,745	6,5	18,34	1,23
	32	960	2000	25,5	1,755	7,2	20,51	1,32
	40	1140	1600	20,7	1,76	6,5	23,08	0,89
	44	1140	1520	20,9	1,77	6,8	25,28	0,85
	47	1800	2700	24,5	1,755	11,0	23,21	0,95
	49	900	1350	25,3	1,75	5,6	23,70	0,95



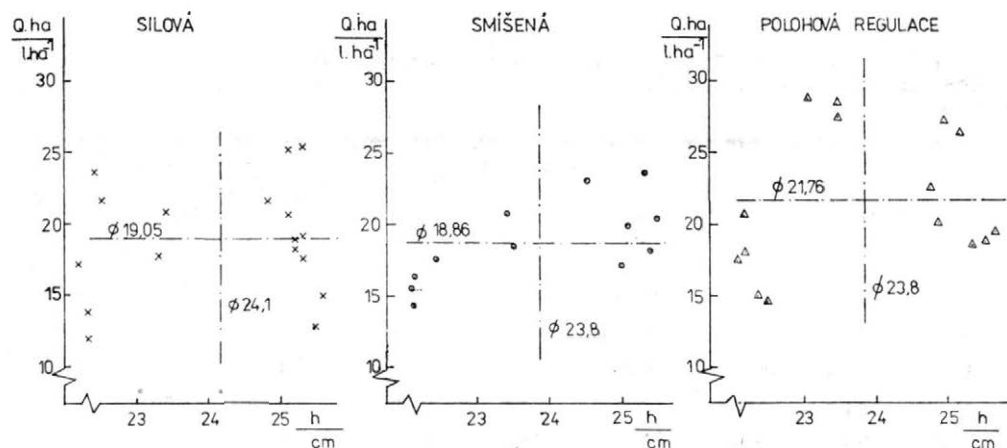
3. Vliv regulační hydrauliky traktoru UŘ I na spotřebu paliva v závislosti na hloubce orby — The influence of the hydraulic control system of the UŘ I tractor on fuel consumption in dependence on tillage depth

VI. Naměřené a vypočtené hodnoty orebního agregátu UR II — polohová regulace
— The measured and calculated values for an UR II tillage equipment — position control

Regu- lace	Číslo měření	Čas T [s]	Délka brázdy l [m]	Hloubka orby h [cm]	Záběr pluhu B [m]	Spotřeba m_p [l]	Spotřeba hektarová Q_{ha} [l.ha ⁻¹]	Efektivní výkonnost W_1 [ha.h ⁻¹]
Polohová regulace	4	1560	2800	22,4	1,75	7,5	15,31	1,13
	7	1800	3000	22,2	1,755	11,0	20,89	1,05
	8	1020	1440	23,1	1,79	7,5	29,09	0,91
	11	780	1280	22,1	1,76	4,0	17,75	1,04
	15	960	1840	22,2	1,73	5,8	18,22	1,19
	17	900	1200	23,5	1,745	6,0	28,65	0,84
	21	570	720	23,5	1,76	3,5	27,62	0,80
	22	1020	1770	24,8	1,74	7,0	22,73	1,09
	26	840	1560	24,9	1,74	5,5	20,27	1,16
	28	1080	2200	25,7	1,74	7,5	19,59	1,28
	33	1050	2000	25,4	1,74	6,5	18,68	1,19
	35	1020	2000	25,6	1,75	6,6	18,86	1,24
	41	1200	1600	21,1	1,805	8,8	30,47	0,87
	42	1140	1520	20,8	1,79	7,2	26,46	0,86
	45	1980	2700	25,2	1,75	12,5	26,46	0,86
	48	960	1350	25,0	1,76	6,5	27,36	0,89



4. Vliv regulační hydrauliky traktoru UR I na efektivní výkonnost v závislosti na hloubce orby — The influence of the hydraulic control system of the UR I tractor on effective performance in dependence on tillage depth



5. Vliv regulační hydrauliky traktoru UŘ II na spotřebu paliva v závislosti na hloubce orby — The influence of the hydraulic control system of the UŘ II tractor on fuel consumption in dependence on tillage depth

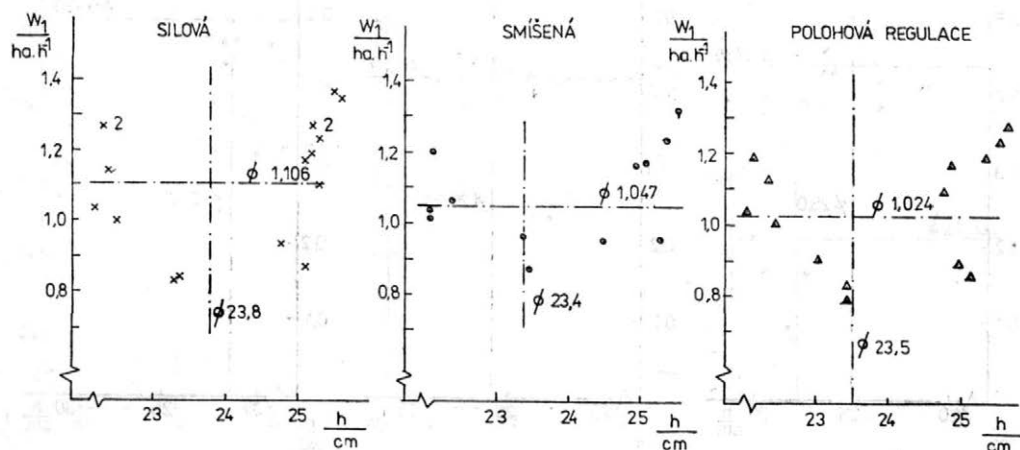
Při orbě v menší hloubce je orební odpor působící na orební tělesa nižší a pochopitelně je i spotřeba nižší a rychlost vyšší. Tím je vyšší i plošná výkonnost orební soupravy (Bauer, 1987).

U orebního agregátu UŘ II bylo při použití silové regulace dosaženo 12,5% snížení spotřeby nafty na hektar zorané půdy. Zároveň se zvýšila výkonnost orebního agregátu o 8 % (obr. 5 a 6).

ZÁVĚR

Předložený článek shrnuje výsledky terénního měření energetické náročnosti a výkonnosti orebních agregátů ve vztahu k regulační hydraulice traktorů Zetor UŘ I a UŘ II.

Terénní zkoušky jednoznačně dokumentují výhodnost orby pomocí traktorů vybavených regulačními systémy (silová regulace, smíšená regulace), které jsou výhodné jednak tím, že se jimi dosahuje úspory paliva, jednak tím, že zvyšují výkon orebních agregátů.



6. Vliv regulační hydrauliky traktoru UŘ II na efektivní výkonnost v závislosti na hloubce orby — The influence of the hydraulic control system of the UŘ II tractor on effective performance in dependence on tillage depth

Literatura

BAUER, F.: Optimalizace přenosu energie u zemědělského traktoru. [Závěrečná výzkumná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1985.

BAUER, F.: Výsledky energetické náročnosti a výkonnosti orebních agregátů ve vztahu k regulační hydraulice traktoru. [Průběžná výzkumná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1987.

Došlo dne 10. 12. 1987

БАУЕР, Ф. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние регуляционной гидравлики на расход горючего и производительность пахотных агрегатов. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 193-201.

Одним из признаков современных тракторов является их оснащённость регуляционной гидравликой, которая повышает широкое применение этих мобильных энергетических средств на сельскохозяйственной практике. Применение различных типов регулировки гидравлического подъёмного механизма позволяет понизить расход нефти при одновременном увеличении производительности пахотного агрегата. В предложенной статье обобщают результаты практических измерений энергетической ёмкости и производительности пахотных агрегатов в отношении к регуляционной гидравлике тракторов Зетор UR I и UR II. Регуляционная гидравлика тракторов содействует понижению расхода горючего при основной обработке почвы — при пахоте — при одновременном увеличении производственной мощности.

мобильные энергетические средства; регуляция гидравлического подъёмного механизма

BAUER, F. (University of Agriculture, Brno): *The Influence of Hydraulic Control Systems on the Fuel Consumption and Performance of Tillage Equipment*. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 193-201.

One of the properties of modern tractors are hydraulic control systems, the tractors are equipped with and which enable them to be used widely in farming practice. The use of various types of control of hydraulic lift mechanisms enables to cut down Diesel oil consumption and, at the same time, to raise the performance of tillage equipments. The results of the field measurement of the energy demand and performance of tillage equipments in relation to the hydraulic control systems of Zetor UR I and UR II tractors are surveyed in the paper. The hydraulic control system of the tractors contributes to the reduction of fuel consumption during tillage and increases the machine performance at the same time.

tractors; control of hydraulic lift mechanism

BAUER, F. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Einfluss der Regelhydraulik auf den Brennstoffverbrauch und die Leistung der Pflugaggregate*. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 193-201.

Eine der Charakteristiken der gegenwärtigen Traktoren ist ihre Ausstattung mit der Regelhydraulik, die ihre Ausnutzbarkeit und ihre Anwendungsmöglichkeiten für die breite landwirtschaftliche Praxis bedeutend erhöht. Die Anwendung verschiedener Typen der Regelung der hydraulischen Hebevorrichtung ermöglicht den Dieselmotorkraftstoffbedarf zu senken und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der Pflugaggregate zu steigern. In der vorliegenden Arbeit fassen wir Ergebnisse der Geländemessungen der energetischen Ansprüchigkeit und der Leistungsfähigkeit der Pflugaggregate in Beziehung zur Regelhydraulik der Traktoren UR I und UR II zusammen. Die Regelhydraulik der Traktoren trägt bedeutend zur Senkung des Kraftstoffverbrauches bei der grundlegenden Bodenbearbeitung — beim Pflügen — unter gleichzeitiger Steigerung der Arbeitsleistung bei.

mobile energetische Mittel; Regelung der hydraulischen Hebevorrichtung

Adresa autora:

Doc. ing. František Bauer, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 5/1988 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny příspěvky

- J. Šmíd, K. Hamr, K. Ederer: Oblast snížení tlaku pod kuželovými hromadami sypkého materiálu
- E. Kastelovič, A. Sloboda, E. Veselovská: Rozbor doletu částic hnojiva
- P. Sedlák, M. Seknička, A. Loprais, P. Kočiš: Kinematická analýza funkčních částí zemědělských strojů řízených vačkovým mechanismem
- K. Mójta: Stanovení součinitele smykového tření kukuřičné drtě na oceli, gumě a dřevu
- K. Trunečka: Výsledky laboratorního hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin
- E. Hritzová, E. Varga, A. Klimecký: Mechanizácia zberu tabaku

STANOVENÍ UKAZATELŮ BEZPORUCHOVOSTI TRAKTORŮ ZETOR UŘ I NA ZÁKLADĚ ZKRÁCENÉ DOBY SLEDOVÁNÍ

R. Kovář, M. Breš

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Stanovení ukazatelů bezporuchovosti traktorů ZETOR UŘ I na základě zkrácené doby sledování*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 203-213.

V práci je uveden postup stanovení některých ukazatelů bezporuchovosti traktorů Zetor UŘ I na základě zkrácené doby pozorování. Teoretickým modelem vhodným ke stanovení ukazatelů bezporuchovosti tohoto druhu je Weibullovo rozdělení. Výpočet byl proveden na minipočítači SHARP PC-1212 na základě výpočetního programu v jazyku BASIC, sestaveného pro zvolené rozdělení. Vhodnost použití metody stanovení některých ukazatelů bezporuchovosti na základě zkrácené doby pozorování byla ověřena pomocí Kolmogorovova-Smirnovova neparametrického testu shody.

Weibullovo rozdělení; neparametrický test shody

Problematicke provozní spolehlivosti se věnuje v posledních letech mimořádná pozornost. V podmínkách zemědělské velkovýroby si to vyžádal prudký rozvoj materiálně technické základny socialistického zemědělství a zavádění nových technologií do zemědělské výroby. Používání nových, výkonnějších, ale také dražších strojů v zemědělské výrobě přímo ovlivňuje růst výrobních nákladů. Jednou z cest, jak tyto náklady snížit, je zajistit vysokou provozuschopnost zemědělské techniky při minimálních prostojích a nákladech na údržbu a opravy.

Mezi základní ukazatele charakterizující provozní spolehlivost strojů patří ukazatele bezporuchovosti, životnosti, udržovatelnosti, opravitelnosti a komplexní ukazatele. Stanovení a zlepšení těchto ukazatelů je jednou z cest, kterými se zabezpečí vysoké exploatační a technickoekonomické parametry zemědělské techniky.

Pro stanovení a zlepšení ukazatelů provozní spolehlivosti je velmi důležitým momentem tvorba a systematický rozvoj informačního systému.

Význam vybudování správného systému informací a volba vhodného programu pro získávání údajů o spolehlivosti spočívá v tom, že systém informací o spolehlivosti je nejdůležitějším výchozím článkem péče o jakost a spolehlivost.

Provozní spolehlivost ovlivňuje výskyt poruch.

Při hodnocení provozní spolehlivosti jsou poruchy výrobku i okolnosti související s jejich odstraněním chápány jako náhodné jevy, jejichž okamžik výskytu nelze předem stanovit, ale u kterých lze při znalosti mechanismu jejich vzniku a vývoje definovat metodami matematické statistiky pravděpodobnost jejich výskytu v předem zvoleném provozním intervalu.

V současné době má v teorii spolehlivosti z hlediska statistického

zpracování získaných informací výsadní postavení Weibullovo rozdělení. Jeho význam spočívá zejména v tom, že ve své obecnosti pokrývá většinu možných průběhů náhodně proměnných veličin, které mohou při řešení spolehlivosti mechanických výrobků nastat (Kovář aj., 1984).

Zpracování empirických údajů analytickou cestou podle uvedeného rozdělení bez výpočetní techniky je velmi náročné.

Efektivní řešení informačního systému vyžaduje především dostatečnou kapacitu paměti počítače, vhodnou organizaci dat odpovídající daným podmínkám a kázeň v údajích, dodržovanou zúčastněnými pracovníky (Znamirovsky, 1981).

Dalším předpokladem efektivního řešení informačního systému je vhodná volba sledovaného souboru prvků a vhodné stanovení doby sledování. Platí to zvláště pro sledování a sběr informací o ukazatelích provozní spolehlivosti traktorů, neboť tyto zkoušky lze považovat za velmi náročné a nákladné.

Dosavadní průběh zkoušek je založen na dlouhodobém sledování provozu traktorů, nejčastěji až do vyřazení z provozu.

Nevýhodou těchto zkoušek je, že získané informace jsou zpracovávány až tehdy, když zkoušky skončí, a výsledky vyhodnocení značně ztrácejí na aktuálnosti, neboť neumožňují operativně zasahovat do systému péče o traktory v průběhu jejich provozu.

Proto je v práci uveden postup při stanovení některých ukazatelů bezporuchovosti na základě zkrácené doby pozorování. Předložená metoda přináší snížení nákladů na zkoušky, vyplývající ze zkrácení doby sledování, a umožňuje využití výsledků vyhodnocení už v průběhu provozu sledovaných traktorů.

MATERIÁL A METODA

Metodika sledování a vyhodnocení zvolených ukazatelů bezporuchovosti na základě zkrácené doby pozorování je shodná s metodikou sledování a vyhodnocení provozní spolehlivosti traktorů Zetor UR I na základě dlouhodobých zkoušek spolehlivosti.

Pro vyhodnocení zvolených ukazatelů je nezbytné zajistit:

1. sledování časové exploatace a spotřeby nafty,
2. sledování parametrů poruchovosti a technické připravenosti,
3. výpočet a vyhodnocení stanovených ukazatelů.

Před vyhodnocením ukazatelů bezporuchovosti a ostatních ukazatelů provozní spolehlivosti je třeba udělat klasifikaci a technickou analýzu poruchy.

Podle ČSN 01 0102 je poruchový stav definován jako stav objektu, při kterém objekt není schopen plnit požadovanou funkci v mezích daných technickou dokumentací, přičemž pro hodnocení spolehlivosti se započítávají pouze poruchy průkazné.

ČSN 01 0102 definuje tyto poruchy jako poruchy způsobené vlastní nedokonalostí objektu při zachování stanovených provozních předpisů pro zatěžování.

Průkazné poruchy se rozdělují do tří tříd A, B a C podle stupně porušení provozuschopnosti.

Do třídy A patří poruchy, které způsobí, že provoz traktoru se úplně zastaví.

Do třídy B se započítávají poruchy, které by mohly způsobit snížení provozuschopnosti a v nejbližší době i zastavení provozu objektu. Daný jev svým důsledkem představuje vznik mezního stavu a je nezbytné opravu udělat.

Třidu C tvoří poruchy, které mají vliv na vzhled, obtěžují obsluhu a zvyšují její pracnost, ale nesnižují schopnost provozu objektu.

Pro výpočet ukazatelů provozuschopnosti a ostatních ukazatelů provozní spolehlivosti v soulasu s metodikou evidence a vyhodnocení exploatačních parametrů traktoru Zetor UR I (Kovář, 1984) byly brány v úvahu poruchy třídy A a B.

Stanovené ukazatele se vypočítávají souhlasně s normou ČSN 01 0611 „Spolehlivost v technice — pravidla pro stanovení bodových odhadů ukazatelů spolehlivosti. Parametrické rozdělení.“

Podle této normy odpovídal průběh spolehlivostních zkoušek zkušebním plánům $[n, M, t]$ a $[n, M, r]$.

Sledování vybraných traktorů bylo ukončeno, když odpracovaly zhruba 5600 Mh, tj. když byly vyřazeny z provozu pro poruchu technického života.

Vzhledem ke druhu výrobku, jakým jsou traktory, k jejich konstrukci a průběhu technologického procesu bylo jako teoretického modelu použito tzv. dvouparametrického Weibullova rozdělení.

Náhodná veličina bude mít dvouparametrické Weibullovo rozdělení v případě, že distribuční funkce má tvar:

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right] \quad (1)$$

kde: a — parametr měřítka

b — parametr tvaru

Pro toto rozdělení byl vypracován výpočetní program v jazyku BASIC a výpočet byl proveden na minipočítači SHARP PC-1212 (Breš, 1986).

Výpočetní program je využitelný jak pro zpracování výsledků sledování získaných v průběhu dlouhodobých zkoušek, tak i pro zpracování výsledků získaných na základě zkrácené doby sledování.

Vzhledem k časové náročnosti a vysoké nákladovosti dlouhodobých zkoušek provozní spolehlivosti traktorů předkládáme v této práci postup výpočtu ukazatelů provozní spolehlivosti a zvláště ukazatelů bezporuchovosti traktorů za celou předpokládanou dobu provozu při zkrácené době pozorování, tj. z dosud odpracované doby.

Jako základ byla zvolena doba sledování provozu 2400 Mh, tj. doba, kdy traktory projdou dvakrát všemi stupni TÚ. Tato doba odpovídá době, kdy se dělají běžné opravy.

K ověření této metody byly využity výsledky vyhodnocení provozní spolehlivosti tří traktorů, jejichž provoz byl ukončen po odpracování 5600 Mh. Poměr těchto dob, tj. doby zkráceného pozorování (2400 Mh) a doby trvání dlouhodobé zkoušky (5600 Mh), činí 0,4285. U tří traktorů s uvedenou délkou provozu se vyskytlo v době do 2400 Mh 44 %, 45 % a 53 % poruch a u souboru, který tyto traktory tvořily, 47 % poruch tříd A a B.

Pro další výpočet na základě zkrácené doby sledování byl přijat zjednodušující předpoklad, že v dané zkrácené době pozorování se vyskytne v průměru 45 % poruch.

Další postup výpočtu na základě zkrácené doby pozorování je stejný jako v případě, kdy se zpracovávají výsledky sledování dlouhodobých zkoušek provozní spolehlivosti. To znamená, že pro předpokládanou dobu provozu 5600 Mh byl zvolen stejný počet intervalů (14) a stejná délka intervalu (400 Mh).

Poruchy zjištěné ve zkrácené době pozorování byly rozděleny do intervalů, ve kterých se vyskytly, a zbývajících 55 % poruch, které se pravděpodobně vyskytnou v době od 2400 Mh do 5600 Mh, bylo umístěno do intervalu s horní hranicí 4000 Mh. Tento interval leží uprostřed mezi intervalem s horní hranicí 2400 Mh a posledním intervalem, jehož horní hranice je 5600 Mh.

Vzhledem k použitému počítači tento postup umožňuje další zjednodušení a urychlení výpočtu, poněvadž intervaly, ve kterých je počet poruch nulový, lze při výpočtu variačního koeficientu vynechat a přitom se neovlivní výpočet teoretického průběhu distribuční funkce a dalších ukazatelů sledovaných objektů.

VÝSLEDKY

Základní ukazatele bezporuchovosti zkrácenou metodou pro předpokládanou dobu provozu byly vypočítány pro každý ze tří traktorů zvlášť a pak pro celý soubor tvořený těmito traktory, přičemž pro soubor byly vypočítány odhady dva. Jeden spočíval v tom, že počet poruch, které se vyskytly ve zkrácené době pozorování (2400 Mh), byl doplněn do skutečného počtu poruch, které se vyskytly za celou dobu trvání spolehlivostních zkoušek. Průběhy jednotlivých ukazatelů pro tento případ jsou označeny na obr. 4 symbolem X.

I. Výsledky vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 6911, výrobní číslo 3233, na základě zkrácené doby sledování — The results of evaluation of inherent reliability parameters of a Zetor 6911 tractor, production no. 3233, on the basis of a shortened time of monitoring

Pořadové číslo	Horní hranice intervalu	Odhad								n_j	N_j	$F(t)$	Test shody
		n'_j	n_{j0}	N_{j0}	$F(t)_0$	$R(t)_0$	P_{D0}	$\lambda(t)_0$	$f(t)_0$				
1	400	2	2,55	2,55	0,0268	0,9732	0,9663	0,000124	0,000121	3,12	3,12	0,0325	0,0057
2	800	16	6,18	8,73	0,0989	0,9081	0,8842	0,000220	0,000200	9,78	9,90	0,1032	0,0043
3	1200	9	8,66	17,39	0,1830	0,8172	0,7712	0,000308	0,000251	9,96	18,86	0,1965	0,0135
4	1600	6	10,12	27,51	0,2896	0,7104	0,6431	0,000390	0,000277	10,08	28,95	0,3015	0,0119
5	2000	7	10,67	38,18	0,4019	0,5981	0,5138	0,000470	0,000281	10,37	39,31	0,4095	0,0076
6	2400	3	10,45	48,63	0,5119	0,4881	0,3938	0,000546	0,000266	10,00	49,31	0,5137	0,0018
7	2800	0	9,65	58,28	0,6135	0,3865	0,2899	0,000620	0,000240	9,18	58,49	0,6093	0,0042
8	3200	0	8,48	66,76	0,7027	0,2973	0,2053	0,000693	0,000206	8,08	66,58	0,6935	0,0092
9	3600	0	7,13	73,89	0,7778	0,2222	0,1398	0,000763	0,000170	6,86	73,44	0,7650	0,0128
10	4000	52	5,77	79,66	0,8386	0,1614	0,0917	0,000833	0,000134	5,64	79,08	0,8238	0,0148
11	4400	0	4,40	84,16	0,8859	0,1141	0,0580	0,000901	0,000103	4,50	83,58	0,8707	0,0152
12	4800	0	3,38	87,54	0,9215	0,0785	0,0353	0,000969	0,000076	3,49	87,08	0,9070	0,0265
13	5200	0	2,46	90,00	0,9474	0,0526	0,0208	0,001035	0,000054	2,64	89,72	0,9345	0,0129
14	5600	0	1,74	91,74	0,9657	0,0343	0,0117	0,001100	0,000038	1,85	91,66	0,9548	0,0109

II. Výsledky vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 6946, výrobní číslo 3979, na základě zkrácené doby sledování — The results of evaluation of inherent reliability parameters of a Zetor 6945 tractor, production no. 3979, on the basis of a shortened time of monitoring

Pořadové číslo	Horní hranice intervalu	Odhad								n_j	N_j	$F(t)$	Test shody
		n'_j	n_{jo}	N_{jo}	$F(t)_o$	$R(t)_o$	P_{Do}	$\lambda(t)_o$	$f(t)_o$				
1	400	12	4,08	4,08	0,0430	0,9570	0,9460	0,000176	0,000168	6,32	6,32	0,0790	0,0360
2	800	7	7,75	11,83	0,1245	0,8755	0,8437	0,000266	0,000232	8,59	14,91	0,1863	0,0618
3	1200	6	9,49	21,32	0,2244	0,7756	0,7211	0,000338	0,000262	8,89	23,80	0,2974	0,0730
4	1600	5	10,15	31,47	0,3313	0,6687	0,5945	0,000402	0,000269	9,49	32,29	0,4036	0,0723
5	2000	3	10,06	41,53	0,4371	0,5629	0,4745	0,000459	0,000258	7,77	40,06	0,5007	0,0636
6	2400	10	9,44	50,97	0,5365	0,4635	0,3678	0,000512	0,000237	6,91	46,97	0,5871	0,0506
7	2800	0	8,51	59,48	0,6261	0,3739	0,2773	0,000561	0,000210	6,00	52,97	0,6621	0,0360
8	3200	0	7,40	66,88	0,7041	0,2959	0,2037	0,000608	0,000180	5,12	58,09	0,7261	0,0220
9	3600	0	6,27	73,15	0,7700	0,2300	0,1460	0,000652	0,000150	4,31	62,40	0,7800	0,0100
10	4000	52	5,16	78,31	0,8243	0,1757	0,1022	0,000695	0,000122	3,57	65,97	0,8246	0,0003
11	4400	0	4,15	82,46	0,8680	0,1320	0,0670	0,000735	0,000097	2,93	68,90	0,8613	0,0067
12	4800	0	3,27	85,73	0,9024	0,0976	0,0469	0,000774	0,000076	2,38	71,28	0,8910	0,0114
13	5200	0	2,52	88,25	0,9289	0,0711	0,0307	0,000812	0,000058	1,92	73,20	0,9150	0,0139
14	5600	0	1,91	90,16	0,9490	0,0510	0,0197	0,000849	0,000043	1,53	74,73	0,9341	0,0149

III. Výsledky vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 7045, výrobní číslo 4389, na základě zkrácené doby sledování — The results of evaluation of inherent reliability parameters of a Zetor 7045 tractor, production no. 4389, on the basis of a shortened time of monitoring

Pořadové číslo	Horní hranice intervalu	Odhad								n_j	N_j	$F(t)$	Test shody
		n'_j	n_{j0}	N_{j0}	$F(t)_0$	$R(t)_0$	P_{D0}	$\lambda(t)_0$	$f(t)_0$				
1	400	10	4,87	4,87	0,0478	0,9522	0,9405	0,000191	0,000182	4,76	4,76	0,0471	0,0007
2	800	7	8,83	13,70	0,1343	0,8657	0,8329	0,000281	0,000243	8,86	13,62	0,1349	0,0006
3	1200	11	10,53	24,23	0,2376	0,7624	0,7076	0,000352	0,000269	10,70	24,32	0,2408	0,0032
4	1600	5	11,07	35,30	0,3461	0,6539	0,5804	0,000414	0,000270	11,28	35,60	0,3525	0,0064
5	2000	11	10,80	46,10	0,4519	0,5481	0,4617	0,000469	0,000257	11,01	46,61	0,4615	0,0096
6	2400	2	10,02	56,12	0,5502	0,4498	0,3570	0,000519	0,000233	10,19	56,80	0,5624	0,0122
7	2800	0	8,95	65,07	0,6379	0,3621	0,2691	0,000565	0,000205	9,04	65,84	0,6518	0,0139
8	3200	0	7,73	72,80	0,7138	0,2862	0,1980	0,000609	0,000174	7,74	73,58	0,7285	0,0147
9	3600	0	6,51	79,31	0,7775	0,2225	0,1424	0,000651	0,000145	6,44	80,02	0,7922	0,0147
10	4000	56	5,33	84,64	0,8298	0,1702	0,1002	0,000690	0,000117	5,21	85,23	0,8439	0,0141
11	4400	0	4,29	88,93	0,8719	0,1281	0,0690	0,000728	0,000093	4,12	89,35	0,8847	0,0128
12	4800	0	3,37	92,30	0,9049	0,0951	0,0466	0,000764	0,000073	3,18	92,53	0,9162	0,0113
13	5200	0	2,60	94,90	0,9304	0,0696	0,0309	0,000799	0,000056	2,41	94,94	0,9401	0,0103
14	5600	0	1,98	96,88	0,9498	0,0502	0,0201	0,000833	0,000042	1,80	96,74	0,9578	0,0080

IV. Výsledky vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti tří sledovaných traktorů (výchozí počet poruch doplněn podle popsaného postupu) — The results of evaluation of the parameters of inherent reliability of the three tractors under study (starting number of failures complemented according to the described procedure)

Pořadové číslo	Horní hranice intervalu	Odhad								n_i	N_i	$F(t)$	Test shody
		n'_j	n_{j0}	N_{j0}	$F(t)_0$	$R(t)_0$	P_{D0}	$\lambda(t)_0$	$f(\)_0$				
1	400	24	10,29	10,29	0,0351	0,9649	0,9599	0,000152	0,000146	13,87	13,87	0,0501	0,0150
2	800	30	21,77	32,06	0,1094	0,8906	0,8753	0,000246	0,000219	24,53	38,40	0,1386	0,0292
3	1200	26	28,25	60,31	0,2058	0,7948	0,7665	0,000326	0,000259	28,92	67,32	0,2430	0,0372
4	1600	16	31,40	91,71	0,3130	0,6870	0,6477	0,000398	0,000273	30,11	97,43	0,3517	0,0287
5	2000	21	31,93	123,64	0,4220	0,5780	0,5297	0,000465	0,000267	29,21	126,64	0,4572	0,0352
6	2400	15	30,50	154,14	0,5260	0,4740	0,4202	0,000528	0,000250	26,98	153,62	0,5546	0,0286
7	2800	0	27,77	181,91	0,6209	0,3791	0,3237	0,000587	0,000222	24,02	177,64	0,6413	0,0204
8	3200	0	24,27	206,18	0,7036	0,2964	0,2426	0,000645	0,000191	20,71	198,35	0,7161	0,0125
9	3600	0	20,47	226,65	0,7736	0,2264	0,1771	0,000700	0,000158	17,41	215,76	0,7789	0,0053
10	4000	161	16,73	243,38	0,8307	0,1693	0,1260	0,000753	0,000128	14,28	230,04	0,8305	0,0002
11	4400	0	13,28	256,66	0,8760	0,1240	0,0874	0,000805	0,000100	11,47	241,51	0,8719	0,0041
12	4800	0	10,26	266,92	0,9110	0,0890	0,0592	0,000855	0,000076	9,05	250,56	0,9046	0,0064
13	5200	0	7,74	274,66	0,9374	0,0626	0,0391	0,000904	0,000057	7,01	257,57	0,9298	0,0076
14	5600	0	5,68	280,34	0,9568	0,0432	0,0253	0,000952	0,000041	5,33	262,90	0,9491	0,0077

Traktor		Veličina			Přijímáme na hladině významnosti
		testovací kritérium	kritická hodnota na hladině významnosti		
typ	výrobní číslo	D_1	$D_k : 0.05$	$D_k : 0.01$	
6911	3233	0,0265	0,1968	0,2359	0,05
6945	3979	0,0730	0,2064	0,2473	0,05
7045	4389	0,0147	0,1909	0,2288	0,05

Druhý odhad pro celý soubor byl proveden podle dříve popsané metody a průběhy jednotlivých ukazatelů jsou označeny na obr. 4 symbolem Y.

Výsledky výpočtů pro jednotlivé traktory a celý soubor jsou shrnuty v tab. I až V a graficky znázorněny na obr. 1 až 4.

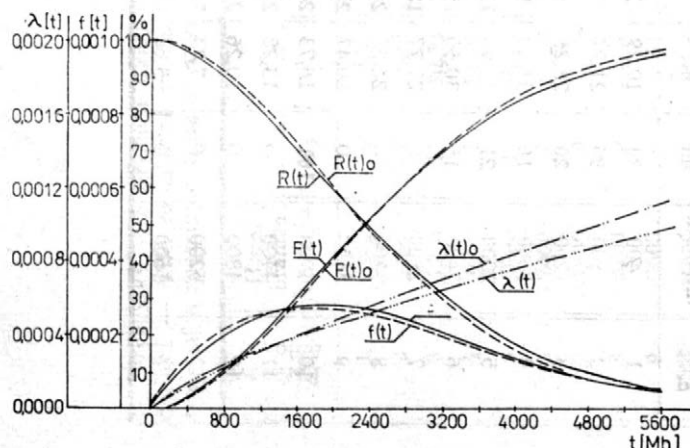
Na základě grafického průběhu jednotlivých ukazatelů lze konstatovat, že přibližuje-li se odhadnutý počet poruch k počtu poruch, které se skutečně vyskytly v průběhu dlouhodobých spolehlivostních zkoušek, pak odhadnuté průběhy distribuční funkce $F(t)$, se více přibližují k průběhu této funkce $F(t)$ zjištěné na základě dlouhodobých zkoušek, a to zvláště v části, která odpovídá zkrácené době pozorování, tj. v době do 2400 Mh.

V době od 2400 Mh do 5600 Mh však rozdíl mezi odhadnutým a skutečným počtem poruch způsobuje jen velmi malé odchylky mezi odhadnutým $F(t)$, a skutečným $F(t)$ průběhem distribuční funkce.

Ověření zjištěné skutečnosti a ověření, zda zkrácenou metodu určování jednotlivých ukazatelů bezporuchovosti lze použít v praxi k popisu skutečných objektů, bylo provedeno pomocí neparametrického Kolmogorovova-Smirnovova testu shody (ČSN 01 0225).

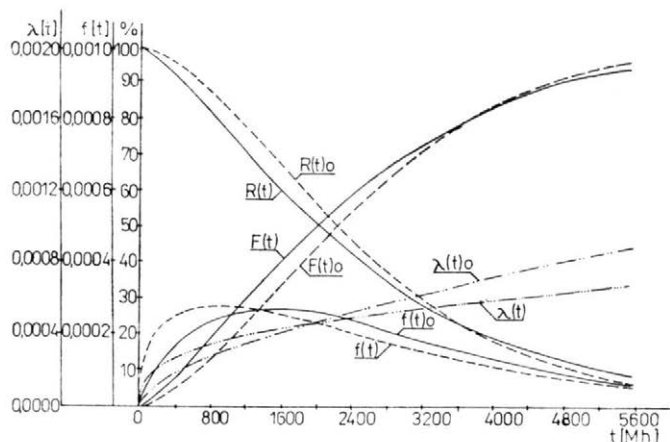
Základním cílem testované shody je určení, zda se porovnávané soubory signifikantně neliší a zda porovnávaný soubor může být modelem k popisování skutečného souboru.

Výsledky Kolmogorovova-Smirnovova testu shody jsou obsaženy v tab. V.

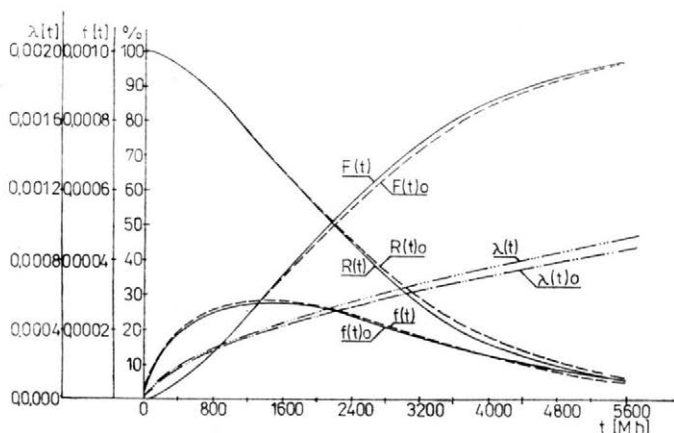


1. Grafické znázornění výsledků vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 6911, výrobní číslo 3233, stanovených na základě zkrácené doby sledování — Graphical representation of the results of evaluation of inherent reliability parameters for a Zetor 6911 tractor, production no. 3233, determined on the basis of a shortened time of monitoring

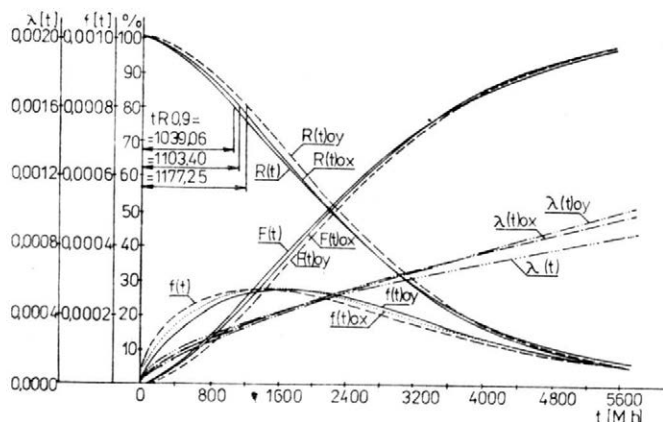
2. Grafické znázornění výsledků vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 6945, výrobní číslo 3979, stanovených na základě zkrácené doby sledování — Graphical representation of the results of evaluation of inherent reliability parameters for a Zetor 6945 tractor, production no. 3979, determined on the basis of a shortened time of monitoring



3. Grafické znázornění výsledků vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti traktoru Zetor 7045, výrobní číslo 4389, stanovených na základě zkrácené doby sledování — Graphical representation of the results of evaluation of inherent reliability parameters for a Zetor 7045 tractor, production no. 4389, determined on the basis of a shortened time of monitoring



4. Grafické znázornění výsledků vyhodnocení ukazatelů bezporuchovosti souboru tří traktorů, stanovených na základě zkrácené doby sledování — Graphical representation of the results of evaluation of inherent reliability parameters for three tractors determined on the basis of a shortened time of monitoring



Z výsledků testování nulové hypotézy, obsažených v tab. V, vyplývá, že ani v jednom případě nelze nulovou hypotézu zamítnout na zvolené hladině významnosti. Tato skutečnost opravňuje konstatovat, že navrženou metodu výpočtu ukazatelů bezporuchovosti pro předpokládanou dobu provozu (5600 Mh) na základě zkrácené doby pozorování lze doporučit k použití v praxi pro stanovení sledovaných ukazatelů.

Význam navržené metody spočívá zejména v tom, že umožňuje odhad počtu poruch v jednotlivých intervalech v době od 2400 Mh do 5600 Mh už v průběhu provozu sledovaného traktoru. Každé neúměrné zvětšení počtu poruch kteréhokoli intervalu si vyžádá rozbor příčin, které způsobily toto zvýšení. Na základě toho lze operativně zasahovat do systému péče tak, aby se zvýšila kvalita obsluhy a údržby obhospodařované zemědělské techniky.

Na druhé straně zkrácení doby sledování přinese značný ekonomický efekt vyplývající ze snížení nákladů na spolehlivostní zkoušky.

Použitá označení

- a — parametr měřítka Weibullova rozdělení
- b — parametr tvaru Weibullova rozdělení
- $f(t)$ — funkce hustoty poruch pro dlouhodobé spolehlivostní zkoušky
- $f(t)_o$ — funkce hustoty poruch pro zkrácené spolehlivostní zkoušky
- $F(t)$ — teoretická distribuční funkce pro dlouhodobé spolehlivostní zkoušky
- $F(t)_o$ — teoretická distribuční funkce pro zkrácené spolehlivostní zkoušky
- Mh — motohodina — jednotka času provozu
- n_j — teoretická četnost poruch podle Weibullova rozdělení, zjištěná na základě dlouhodobých spolehlivostních zkoušek
- n_{jo} — teoretická četnost poruch podle Weibullova rozdělení, zjištěná na základě zkrácené doby pozorování
- n'_j — empirická četnost poruch
- N_j — teoretická kumulativní četnost poruch pro dlouhodobé spolehlivostní zkoušky
- N_{jo} — teoretická kumulativní četnost poruch pro zkrácené spolehlivostní zkoušky
- P_{DO} — dolní pravděpodobnost bezporuchového provozu pro zkrácené spolehlivostní zkoušky
- $R(t)$ — funkce pravděpodobnosti bezporuchového provozu pro dlouhodobé spolehlivostní zkoušky
- $R(t)_o$ — funkce pravděpodobnosti bezporuchového provozu pro zkrácené spolehlivostní zkoušky
- t — doba provozu
- $\lambda(t)$ — funkce intenzity poruch pro dlouhodobé spolehlivostní zkoušky
- $\lambda(t)_o$ — funkce intenzity poruch pro zkrácené spolehlivostní zkoušky

Literatura

- BREŠ, M.: Příspěvek ke stanovení ukazatelů provozní spolehlivosti traktorů Zetor UŘ I. [Kandidátská disertační práce.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1986.
- ČSN 01 0102: Názvosloví spolehlivosti v technice. 1981.
- ČSN 01 0225: Testy shody empirického rozdělení s teoretickým. 1981.
- ČSN 01 0611: Spolehlivost v technice, pravidla pro stanovení bodových a intervalových odhadů ukazatelů spolehlivosti. Parametrické odhady. 1983.
- KOVÁŘ, R. et al.: Metodika evidence a vyhodnocení exploatačních parametrů traktorů Zetor UŘ I. [Průběžná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1984.
- ZNAMIROVSKY, K. et al.: Provozní spolehlivost strojů a agregátů. Praha, Státní naklad. techn. literatury 1981.

Došlo dne 10. 12. 1987

КОВАРЖ, Р. — БРЕШ, М. (Сельскохозяйственный институт, Брно): **Определение показателей безаварийности трактора Зетор UR I на основе сокращения срока наблюдения.** Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 203-213.

В работе приведен ход определения некоторых показателей безаварийности тракторов Зетор UR I на основе сокращения срока наблюдений. Теоретической моделью подходящей для определения показателей безаварийности этого вида товаров является распределение Вейбулла. Расчет был проведен на микро ЭВМ SHARP PC-1212 на основе расчетной программы в языке бейзик, составленной для выбранного распределения. Пригодность использования метода определения некоторых показателей безаварийности на основе сокращения срока наблюдения была проверена при помощи теста непараметрического согласия Колмогорова — Смирнова.

распределение Вейбулла; непараметрический тест согласия

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (University of Agriculture, Brno): *Determining the Parameters of Inherent Reliability of the Zetor UR I Tractors on the Basis of a Shortened Time of Monitoring.* Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 203-213.

There is a description of the procedure of determining some parameters of inherent reliability in the Zetor UR I tractors on the basis of a shortened time of monitoring. Weibull distribution served as a theoretical model for determining the parameters of inherent reliability of this kind of product. The calculation was performed with the SHARP PC-1212 microcomputer, using a programme in the BASIC language prepared for the chosen distribution. The suitability of using the method of determining some parameters of inherent reliability on the basis of a shortened time of monitoring was verified by means of the Kolmogorov-Smirnov non-parametric agreement test.

Weibull distribution; non-parametric agreement test

KOVÁŘ, R. — BREŠ, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Festlegung der Parameter der Störungsfreiheit der Traktoren ZETOR UR I aufgrund einer verkürzten Verfolgungsperiode.* Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 203-213.

In der vorliegenden Arbeit ist ein neues Bestimmungsverfahren angeführt, das zur Ermittlung der Störungsfreiheit der Traktoren ZETOR UR I aufgrund einer verkürzten Verfolgungsperiode herangezogen wird. Als theoretisches für die Festlegung der Störungsfreiheitsparameter dieser Erzeugnisse geeignetes Modell kann die Verteilung nach Weibull angesehen werden. Die Berechnung erfolgte am Mikrocomputer SHARP PC-1212 aufgrund des Berechnungsprogramms in der Sprache BASIC, das für die gewählte Verteilung zusammengestellt wurde. Die Eignung der Anwendung der Methode zur Bestimmung einiger Störungsfreiheitsparameter aufgrund einer verkürzten Verfolgungsperiode wurde durch den nichtparametrischen Übereinstimmungstest nach Kolmogorov-Smirnov getestet.

Weibull-Verteilung; nichtparametrischer Übereinstimmungstest

Adresa autorů:

Prof. ing. Rudolf Kovář, CSc., ing. Marian Breš, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 6/1988 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny příspěvky

- J. Maleř: Statická stabilita standardních sklízecích mlátiček
- R. Pawlica: Vícestupňové kombinované sušení kukuřice
- Z. Pastorek: Analýza sušicího procesu s vnitřním zdrojem energie
- V. Čech, H. Mašková, D. Dubnová: Měření vlhkosti pícnin přenosným vlhkoměrem DJ FMT
- Z. Volná: Podniková normativní základna pro oblast zemědělské strojové techniky
- K. Kubín: Mechanismus působnosti gama-záření na hlízy brambor a možnosti jeho využití k retardaci klíčení
- R. Adamovský: Možnosti využití odpadního tepla z jaderných elektráren

LABORATORNÍ HODNOCENÍ TRYSEK POSTŘIKOVAČŮ URČENÝCH K OCHRANĚ ROSTLIN

K. Trunečka

TRUNEČKA, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Laboratorní hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 215-226.

Při laboratorním hodnocení trysek postřikovacích strojů na ochranu rostlin se zjišťují technické a kvalitativní ukazatele. V práci jsou popsány měřicí metody a postupy, kterých se využívá při hodnocení trysek. Cílem práce bylo připravit jednotnou komplexní metodiku laboratorního zkoušení trysek, vhodnou jak pro výzkumné účely, tak především pro československé zkušebnictví. Program testování trysek je rozdělen na části: obecné údaje, technická kontrola, funkční test. Na základě vytvořené metodiky byly pro hodnocení vybrány trysky u strojů na ochranu rostlin v ČSSR běžně používaných. Další část práce je věnována technické kontrole vybraných trysek. Kontrolovány byly trysky: štěrbínová Albuz APG 110 V — zelená, vířivá Ø 1,7 mm, nárazová Pralldüse č. 600 a štěrbínová DHSZ 023-3 — červená. V rámci porovnávání technických údajů byly nejlépe hodnoceny trysky Albuz, které se vyznačovaly vysokou přesností provedení, vhodným označením a volbou materiálu k výrobě jednotlivých dílů.

zkoušky trysek; technická kontrola; rozměry funkčních otvorů trysek; funkční test; minutová dávka; úhel rozptylu; rovnoměrnost rozptylu; velikost kapek; trysky štěrbínové, nárazové, vířivé

Efektivnost chemické ochrany rostlin je podmíněna mnoha faktory. Jedněmi z nich jsou technický stav a seřízení mechanizačních prostředků. Mezi nejdůležitější části strojů a zařízení na ochranu rostlin, které určují úspěšnost aplikace pesticidů postřikem, patří trysky postřikovačů. Kvalita práce trysek rozhoduje nejen o biologické účinnosti ochranného zásahu, ale je i podmínkou přesné aplikace pesticidů s vyloučením nežádoucích a vedlejších účinků chemických zásahů v ochraně rostlin i na životní prostředí.

Pro posuzování kvality práce trysek existuje několik skupin hodnotících postupů. Tento příspěvek se zaměřuje na laboratorní hodnocení hydraulických trysek postřikovačů používaných v našem zemědělství. Je metodicky uspořádán tak, aby ukázal jednotný postup při zkoušení trysek, popřípadě aby byl vzorem pro vytvoření normy. Cílem práce je připravit komplexní metodiku laboratorního zkoušení zemědělských trysek a na jejím základě vyhodnotit technické ukazatele u vybraných typů postřikovacích trysek.

MATERIÁL A METODY

Pro posuzování kvality práce hydraulických trysek se vedle technických ukazatelů zjišťují především tyto kvalitativní ukazatele: minutová dávka, úhel rozptylu, rovnoměrnost rozptylu a velikost kapek (ČSN 47 0128).

MINUTOVÁ DÁVKA (PRŮTOČNOST)

Minutová dávka (průtočnost) je vyjádřena množstvím kapaliny, která proteče úplnou tryskou za jednotku času. O její velikosti rozhoduje konstrukční uspořádání trysek, velikost plochy výstupního otvoru, pracovní tlak i kvalita opracování funkčních ploch trysky. Průtočnost trysek je možné měřit objemově nebo hmotnostně. Pro měření objemů se používá přímého zachycování do kalibrovaných válců nebo se průtok odečítá na stupnici plovákového průtokoměru. Při hmotnostním vyjádření se zachycené množství kapaliny váží na laboratorních vahách. V případech, kdy se stanovuje průtočnost pro kapaliny s jinou hustotou než má voda, použije se k přepočtu koeficientů z Katalogu firemní literatury (1985).

ÚHEL ROZPTYLU

Úhel rozptylu (výstřikový úhel) vyjadřuje hodnotu úhlu, který svírají vnější okrajové paprsky kapičkového obrazce vycházejícího z ústí trysky. Jeho velikost je určována konstrukcí a typem trysky a pracovním tlakem kapaliny. Úhel rozptylu se nejčastěji zjišťuje měřením mechanickým úhломěrem se stavitelnými rameny a přímým odečtem hodnoty na stupnici. Další možností je měření úhlu na fotografii, která se pořizuje pro dokumentační účely. Úhel rozptylu lze určit také výpočtem z hodnot pracovní výšky a šířky záběru trysky (Metodika ÚKZÚZ, 1970).

ROVNOMĚRNOST ROZPTYLU V PŘÍČNÉM ZÁBĚRU

Rovnoměrnost rozptylu v příčném záběru vyjadřuje relativní rozdělení vystřikovaného množství kapaliny v pracovním záběru trysky. Je dána konstrukcí, typem a přesností výroby i sestavení trysky. Každá tryska je charakterizována určitým tvarem výstřikového paprsku a nástřikové plochy. Grafickým vyjádřením rovnoměrnosti rozptylu jsou tzv. rozptylové obrazce (Friedman aj., 1973). Pro zjednodušení rozeznáváme:

— Obdélníkový rozptylový obrazec. Elementární dávka na jednotku záběru je po celém záběru stejná. Trysky s tímto rozptylovým obrazcem jsou vhodné pro individuální činnost, např. pro pásový postřik.

— Lichoběžníkový rozptylový obrazec. Elementární dávka je stálá až do určité vzdálenosti od osy trysky. K okrajům se snižuje. Obrazec je charakteristický pro trysky s úhlem rozptylu pod 90°.

— Lichoběžníkový rozptylový obrazec s převýšenými okraji. V okrajových pásech záběru před oblastí poklesu je elementární dávka zvýšená. Obrazec je charakteristický pro vířivé trysky.

— Trojúhelníkový rozptylový obrazec. Elementární dávka se od osy trysky k okrajům záběru rovnoměrně zmenšuje. Lze tak charakterizovat většinu trysek s plochým výstřikem k plošné aplikaci rámem.

Metoda s kolorimetrickým vyhodnocením rovnoměrnosti rozptylu využívá barvenou vodu, kterou jsou nejdříve postřikávány záchytné plochy (skla, fólie) v záběru trysky. Po smytí stop barviva ze záchytných ploch a fotometrickém proměření vzorků se výpočtem stanoví rovnoměrnost v příčném záběru. Zjišťování rovnoměrnosti pomocí fluorescenčních látek patří k přímým metodám měření. Pás chromatografického papíru, postřikávaný zředěným roztokem fluoreskující látky, se po zaschnutí rozdělí na proužky, které jsou pak proměřeny na fluoroskopu (Tisler a Hocke, 1977).

Nejčastěji se zjišťuje rovnoměrnost v příčném záběru na speciálních měřicích stolech, které jsou tvořeny dělenou záchytnou plochou a stojanem s mechanismy uchycení trysky nad stolem a sklápění odměrných válců. Záchytná plocha stolu je rozdělena dělicími stěnami na žlábků o šířce 100 nebo 50 mm, popř. 25 (20) mm. Tato plocha je uložena na stojanu se spádem k výtokovým otvorům, kterými je zachycená kapalina odváděna z jednotlivých pásů záběru do příslušných odměrných

válců. Řada odměrných válců je nastavitelná do poloh zachycování, čtení, vyprazdňování. Zachycená množství kapaliny ve válcích za určitou dobu umožňují ještě před přesným odečtem hodnot a výpočtem stupně nerovnoměrnosti vizuální kontrolu rozptylu a šířky pracovního záběru hodnocené trysky.

VELIKOST KAPEK

Měřeným rozměrem při posuzování velikosti kapek je jejich průměr. Je uváděn v mikrometrech. Složení kapkového spektra je závislé na několika základních faktorech:

- Konstrukční řešení trysky; prostřednictvím velikosti a tvaru výstupního otvoru, typu vířiče apod.

- Pracovní tlak kapaliny přiváděné do výstupního otvoru trysky; zvyšováním tlaku se zmenšují vytvářené kapky.

- Fyzikální vlastnosti aplikované kapaliny; kapaliny s nižším povrchovým napětím tvoří menší kapky, vyšší dynamická viskozita přispívá k tvorbě kapek větších.

Z naměřených hodnot průměrů kapek a jejich počtů se stanoví:

- Velikostní složení postřikového spektra vyjádřené v procentech zastoupení počtu částic v jednotlivých velikostních skupinách a střední početní průměr celého souboru měřených kapek (NMD — Numeral Median Diameter).

- Objemové složení postřikového spektra, které představuje objem částic v jednotlivých velikostních skupinách z celkového objemu všech změřených částic, vyjádřené v procentech.

Z objemu jednotlivých velikostních skupin v procentech se stanovuje střední objemový úhel (VMD — Volume Median Diameter), který ukazuje střední hodnotu souboru kapek, od které je polovina aplikovaného objemu kapaliny rozptýlena na kapky menší a druhá polovina na kapky větší, než je hodnota VMD. Dříve byl tento ukazatel definován hmotnostně a označován jako střední hmotový průměr (MMD — Mass Median Diameter) (Z a s k e, 1970).

Cílem každého měřicího postupu je získat hodnoty průměru kapek pro výpočtové zpracování složení postřikového spektra. Metody určování velikosti kapek proto musí vyloučit nebo naopak zahrnout faktory ovlivňující měřené rozměry. K těmto faktorům patří zejména možnost částečného vsaku do podložky při dopadu kapaliny, zploštění podle povrchového napětí nebo i roztržení a výpar.

MĚŘENÍ NEPŘÍMÁ

Měřicí postup se zachycováním kapek na podložních sklech s vhodně (olejofobně) preparovaným povrchem s měřením pomocí mikroskopu používá k získání rozměrů kapek blízkých skutečným korekčních faktorů. Jejich hodnota je závislá na velikosti kapek a druhu kapaliny. Například u olejových přípravků se rovná 0,5 (Metodika ÚKZÚZ, 1970). Pro zjištění skutečných rozměrů letících kapek je možné použít fotografování při velmi krátkých expozicích. Vyhodnocuje se při známém zvětšení z pozitivů (Z a s k e, 1970).

MĚŘENÍ PŘÍMÁ

Přímá měření vyžadují speciální laserová nebo fotoelektrická zařízení, pomocí nichž je měřena velikost letících kapek. Technicky jednodušší a obecně u nás používané je přímé měření sférických kapek vznášejících se po dopadu v hydrofobní kapalině. Kapky obarvené vody se zachycují v miskách s metylsilikonovým olejem. Kinematická viskozita oleje je pro postřik $3 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (3000 cSt), rosení $1,5 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (1500 cSt). Měření kapek mikroskopem přes mikrometr je nutno ukončit do 20 minut po zachycení částic (ČSN 47 0128). Kapky zachycené v miskách je možné

vyhodnocovat také z pořízených snímků (mikrosnímků). K vlastnímu měření rozměrů částic se pak používají pozitivy nebo promítané negativy při vhodném zvětšení.

ZKOUŠENÍ TRYSEK

ČSN 48 0128 Zkoušení strojů a zařízení pro ochranu rostlin zahrnuje do funkčních zkoušek strojů a zařízení pro ochranu rostlin i laboratorní zkoušky trysek. Kvalitativní ukazatele funkce trysek v rámci celkového zkoušení strojů a zařízení na ochranu rostlin uvádí norma jako doplňkové a zpřesňující, zjišťované podle potřeby. Zkoušení trysek je speciální činností, která je upravována vedle uvedených normy dalšími předpisy. Požadované hodnoty některých ukazatelů uvádějí karty požadavků „Soustavy strojů pro komplexní mechanizaci čs. zemědělství“. Postupy pro zkoušení trysek upravuje např. Metodika pro zkoušení mechanizačních prostředků na ochranu rostlin ÚKZÚZ (1970).

VÝSLEDKY

RÁMCOVÝ PROGRAM KOMPLEXNÍHO TESTOVÁNÍ TRYSEK

Obecné údaje:

- druh a typ trysky,
- určení trysky,
- označení trysky,
- výrobce trysky,
- stručná charakteristika (počet součástí, fotosnímky apod.),
- různé (počet převzatých trysek, jejich pořadové označení, doporučení výrobce atd.).

Technická kontrola:

- rozměry a hmotnost,
- rozměry a přesnost provedení výstupních otvorů (čistota hrany, drsnost povrchu, přesnost umístění),
- symetrie trysky (střed otvoru má být v ose trysky, nesouosé postavení trysky, vířiče a vířivé komory zhoršuje rovnoměrnost rozptýlu i disperzi; vyosení otvoru nemá přesahovat $0,1 d$, v provozu $0,25 d$, kde d je vrtání trysky,
- závit trysky (druh a rozměry připojovacího a jiných závitů),
- použitý materiál (druh použitý na výrobu jednotlivých součástí úplné trysky),
- eviduje se značení trysek i dílů výrobcem.

Funkční test:

Pracovní činnost trysky se testuje při několika tlakových hladinách (v rozmezí $0,05$ – 1 MPa) u všech dávkovacích clon (trysek) nebo u vybraných velikostí. Používá se voda (popř. zbarvená pro měření velikosti kapek).

— Průtočnost (dávkování) se měří zpravidla u všech velikostí trysek (dávkovacích clon) ve třech opakováních. Z naměřených hodnot se stanoví podle potřeby regresní křivka dávkování. Rozdíl v průtočnosti u stejných velikostí trysek nemá překročit odchylku $\pm 5\%$, vyjádřenou variačním koeficientem.

— **Výstřikový úhel:** měří se absolutní hodnota úhlu i symetrie kapkového obrazce k ose trysky. Změnou tlaku se nemá úhel příliš měnit od minimální střední hodnoty.

— **Rozptyl kapaliny:** měří se rovnoměrnost rozptylu v pracovním záběru trysky. Stanoví se při dané výšce křivka rozptylu a stupeň rovnoměrnosti, který nemá u trysek rámu s plošnou aplikací přesahovat odchylku $\pm 20\%$ (v zahraničí $\pm 15\%$), vyjádřenou variačním koeficientem.

— **Disperze kapaliny:** velikost kapek se měří při středním pracovním tlaku, vhodném pro zkoušený typ trysek, a zpravidla jen u jedné velikosti trysek. Určí se složení spektra, střední objemový průměr VDM a střední početní průměr NMD, popř. jejich poměr.

— **Spolehlivost uzavírání kapaliny zpětným ventilem:** zjistí se hranice tlaku uzavírání, těsnost a spolehlivost.

— **Různé:** podle určení zkoušeného typu trysek lze program rozšířit např. o posouzení opotřebení dílů trysky, funkce s použitím chemických přípravků apod., nebo naopak zúžit pouze na některé vybrané parametry.

METODIKA ZKOUŠEK

Metodika vychází z programu testování zemědělských trysek, uvedeného v předcházející části tohoto příspěvku. Údaje z popsaného programu nebudou proto přepisovány do sestavované metodiky. Uváděny budou pouze zpřesňující doplňky podmínek ze způsobů měření. Hodnoty označené x) jsou převzaty z ČSN 47 0128.

ad Obecné údaje

— K získání obecných údajů slouží co nejúplnější údaje o tryskách od výrobců.

— Trysky zvolených typů a jejich dílů se vybírají s maximální nahodilostí z většího souboru běžně dodávaných trysek k mechanizačním prostředkům. Minimální počet vybraných trysek jedné velikosti je tři.

ad Technická kontrola

— **Rozměry**

Měří se základní rozměry trysky úplné i jejích dílů běžnými měřidly nebo profilprojektorem Profil 3. Počet opakování tři.

a) Rozměry vnější — přesnost měření $\pm 0,1$ mm.

b) Rozměry funkčních průtokových otvorů trysek — přesnost měření $\pm 0,01$ mm.

— **Hmotnost**

K vážení trysek i dílů se použije laboratorních vah. Přesnost vážení $\pm 0,1$ g.

— **Závity**

Závity se kontrolují pomocí kalibrů nebo posuvného měřítka a závitových měrek.

ad Funkční test

Testování se provádí při určených pracovních podmínkách s vyloučením povětrnostních vlivů.

Název stroje	Typ	Výrobce	Pracovní záběr (m)
Návěsný postřikovač	ORC 1001 ORC 2001	PLR	10 18
Návěsný postřikovač	KERTITOX K-10/13 KERTITOX K-20/18	MLR	13,5 18
Automobilový postřikovač	KERTITOX Goliat 1 M Global M	MLR	22 18
Návěsný postřikovač	ORC 1000 Sleza 3	PLR	10
Návěsný postřikovač	S-033	NDR	10

Obecné podmínky: teplota vzduchu 15 až 22 °C, relativní vlhkost vzduchu 50 až 80 %, teplota vody 15 až 20 °C, rychlost větru 0 až 0,3 m · s⁻¹.

Při snímání pracovního tlaku kapaliny je manometr umístěn bezprostředně před testovanou tryskou.

— Průtočnost (minutová dávka) se měří do kalibrovaných válců. Přesnost měření: čas $\pm 0,5$ s^x; počet opakování tři.

— Rozptyl kapaliny se měří na měřicích stolech. Pro trysky s určením pro plošný postřik má stůl rozměry 1400 X 1000 mm nebo 5000 X 1000 mm^x). (Trysky pro pásový postřik jsou měřeny na stole o rozměru 520 X 500 mm se šířkou žlábků 20 mm.) Základní výškové nastavení trysky nad stolem je 500 mm.

Přesnost měření:

čas $\pm 0,5$ s^x,

objem kapaliny $\pm 0,5$ ml^x,

vzdálenost trysky od stolu ± 10 mm (plošný postřik^x),
 ± 2 mm (pásový postřik^x).

— Výstřikový úhel se měří mechanickým úhloměrem. Přesnost měření $\pm 1^\circ$ x). Počet opakování minimálně dvě.

— Disperze kapaliny: velikost kapek se hodnotí přímou metodou s použitím metylsilikonového oleje o kinematické viskozitě 3 · 10⁻³ m² · s⁻¹ (3000 cSt). Měří se mikroskopem. Hodnotí se minimálně 500 kapek. Počet měření: jedno při středním pracovním tlaku pro danou velikost trysky.

ZAZNAMENÁVÁNÍ DAT A VYHODNOCOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Naměřené hodnoty se zaznamenávají do tabulek v měřicích listech. K vyhodnocování se využívá výpočetní techniky a statistických metod. Ke grafickému znázornění vybraných výsledků slouží grafy a tabulky.

Pracovní tlak (MPa)	Rozteč trysek (mm)	Trysky			
		typ	označení	rozměr	počet
0,5 – 1,5	500	štěrbinové	Albuz APG,	oranžová, zelená č. 5 a 4	20
			F		36
0,2 – 0,4	562,5	štěrbinové	DHSZ 023	č. 1 – 8 č. 1 – 9	23
			F		31
0,2 – 0,4	500	štěrbinové	DHSZ 023	č. 1 – 9 č. 1 – 8	43
			F		35
0,5 – 1,5	500	vířivé	—	Ø 1,4 Ø 1,7	20
do 1,5	1700	nárazové	Pralldüse	200, 400, 600, 800 lnové	6
		deflektorové	Breitstrahldüse		6

VÝBĚR TRYSEK PRO HODNOCENÍ

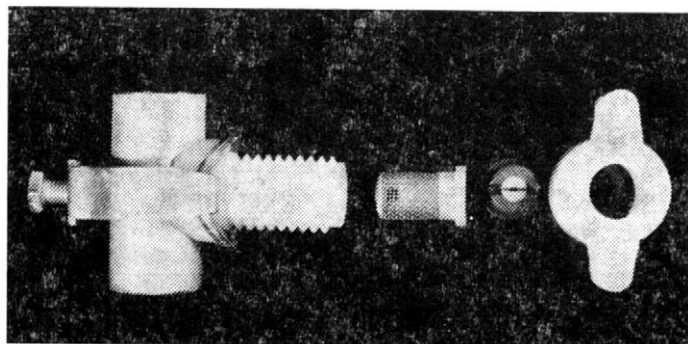
Základní údaje některých strojů a zařízení pro plošný postřik jsou uvedeny v tab. I. Z přehledu uvedeného v tabulce byly pro zkoušky vybrány trysky běžně používaných typů a velikostí. Některé z nich se v ČSSR používají u více strojů nebo zařízení na ochranu rostlin.

Vybrány byly:

- a — šterbinová tryska Albuz 110 V — zelená,
- b — nárazová tryska č. 600 (Pralldüse),
- c — vířivá tryska Ø 1,7 se šroubovým vířičem,
- d — šterbinová tryska DHSZ 023-3 — červená.

II. Rozměry sledovaných veličin — Dimensions of the parameters under study

Typ trysky	Měřený rozměr (mm)	Tryska					
		1	2	3	$\bar{x}$	σ	v (%)
a	štěrbina — šířka	0,74	0,73	0,70	0,723	± 0,021	2,88
	— délka	1,90	1,89	1,92	1,903	± 0,015	0,80
b	průměr vrtání	2,50	2,55	2,60	2,55	± 0,05	1,96
	šířka výřezu	1,50	1,60	1,70	1,60	± 0,10	6,25
c	vrtání	1,700	1,705	1,680	1,695	± 0,0154	0,91
d	štěrbina — šířka	0,49	0,48	0,47	0,48	± 0,01	0,61
	— délka	1,64	1,65	1,66	1,65	± 0,01	2,08



1. Tryska štěrbinová
Albuz APG 110 V — ze-
lená — The Albuz APG
110 V slit-type nozzle —
green

VÝSLEDKY TECHNICKÉ KONTROLY TRYSEK

Zkoušené trysky jedné velikosti jsou u každého typu označeny pořadovými čísly 1, 2, 3 [tab. II]. Při záznamu a vyhodnocování naměřených hodnot ukazatelů bylo použito těchto jednotných symbolů:

- $\bar{x}$ aritmetický průměr
 σ směrodatná odchylka
 v variační koeficient

Štěrbínová tryska Albuz 110 V — zelená (obr. 1)

Rozměry vnější: tryska úplná	— délka	85 mm
	— maximální šířka	46 mm
štěrbínová tryska	— výška	12 mm
	— průměr	11,8/14,9 mm
zpětný ventil	— výška	22 mm
	— průměr	11,4/14,3 mm

Hmotnost:

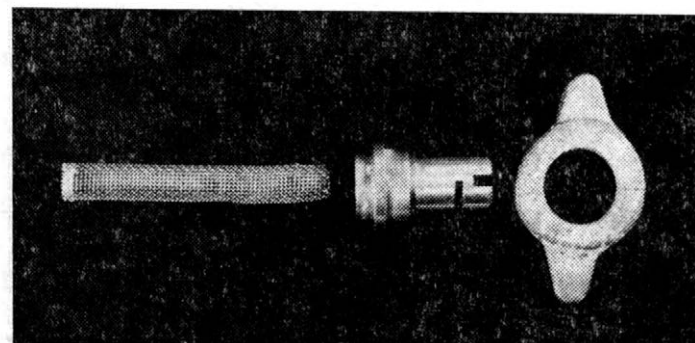
celková	46,8 g
z toho štěrbinová tryska	2,4 g
zpětný ventil	2,2 g

Závity:

přesuvná matice	M 18 × 2,5
šroub třmenu	M 6 × 1

Materiál:

držák trysky, přesuvná matice — polyamid (dále jen PA)
štěrbínová tryska — PA a keramický materiál



2. Tryska nárazová
Pralldüse č. 600 — The
Pralldüse 600 pivot
sprinkler nozzle

zpětný ventilek s filtrem — PA a ocel
třmen — ocel
těsnicí kroužek — pryž

Označení dílů trysek výrobcem:

štěrbinová tryska — číselně na čele a barvou: ALBUZ 110 — zelená
zpětný ventilek s filtrem číselně: A 4193
ostatní díly bez označení

Nárazová tryska č. 600 (obr. 2)

Rozměry vnější: tryska úplná — délka 110 mm
— maximální šířka 90 mm
nárazová tryska — délka 28 mm
— průměr 12/18 mm

Hmotnost:

celková — 103 g
z toho nárazová tryska 21,4 g

Závity:

přesuvná matice — G 1/2"
šroub držáku — M 8

Materiál:

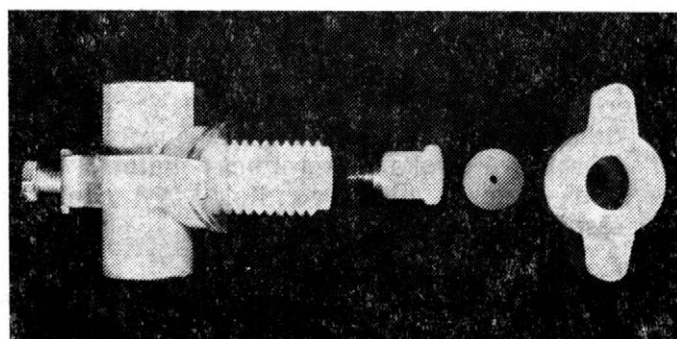
držák trysky — polyamid
nárazová tryska, přesuvná matice — ocel
síťový filtr — mosaz
těsnicí kroužek — pryž

Označení dílů trysky výrobcem:

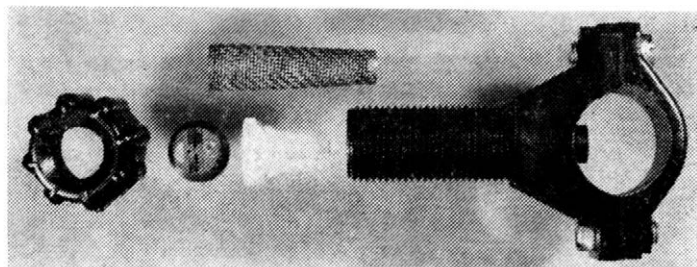
nárazová tryska — na čele číslem 600
ostatní díly bez označení

Vířivá tryska $\varnothing$ 1,7 mm (obr. 3)

Rozměry: tryska úplná — délka 80 mm
— maximální šířka 46 mm
dávkovací clona — průměr 15 mm
— výška 0,8 mm
vířič — průměr 11,5/14,4 mm
— výška 17,7 mm



3. Tryska vířivá $\varnothing$ 1,7 mm — The rotating nozzle 1.7 mm in diameter



4. Tryska štěrbinová
DHSZ 023-3 — červená
— The DHSZ 023-3 slit-
-type nozzle — red

Hmotnost:

celková 47,2 g,
z toho dávkovací clona 1,0 g
viříč 4,0 g

Rozměry dávkovacích otvorů (mm): průměry byly měřeny ve dvou na sebe kolmých směrech. V tab. IV. jsou uvedeny průměrné hodnoty.

Závity:

přesuvná matice — M 18 X 2,5, šroub třmenu M 6 X 1

Materiál:

držák trysky, přesuvná matice, obal viříče — PA
jádro viříče — mosaz
dávkovací clona — ocel

Označení dílů výrobcem:

dávkovací clona — na čele vyražen rozměr vrtání — 1,7
ostatní díly bez označení

Štěrbinová tryska DHSZ 023-3 — červená (obr. 4)

Rozměry vnější: tryska úplná — délka 90 mm
— maximální šířka 54 mm
štěrbinová tryska — výška 10 mm
— průměr 11,2/14,9 mm
zpětný ventil — výška 19,5 mm
— průměr 12,0/15,8 mm

Hmotnost:

celková 48,9 g,
z toho štěrbinová tryska 4,1 g
zpětný ventil 1,9 g
filtr 3,0 g

Závity:

přesuvná matice M 18 X 1,5, šrouby držáku M 6 X 1

Materiál:

držák trysky, přesuvná matice — polyamid
štěrbinová tryska — keramický materiál
filtr — mosaz, zpětný ventil — PA, ocel
těsnění — pryž

Označení dílů trysky:

štěrbinová tryska — na čele číslem a barevnou značkou (3. červená),
ostatní díly bez označení

Výsledky dosažené při technické kontrole jsou základními poznatky o testovaných tryskách. Rozměry funkčních částí, kvalita a přesnost dílů trysek a ostatní zjištěné faktické údaje dotvářejí základní představu o funkci trysek. Rozhodující vliv na kvalitu práce mají rozměry dávkovacích otvorů trysek, u vířivých trysek ji ovlivňují i rozměry a provedení vířičů.

Odchyly v rozměrech štěrbin trysek z keramických materiálů DHSZ 023-3 — červená a Albuz 110 V — zelená dosáhly hodnot 2,08 a 2,88 %.

Trysky vířivé $\varnothing$ 1,7 mm s dávkovacími clonami z oceli vykázaly v průměru vrtání d 0,91 % (nové). Nesouosost uložení clon a vířičů dosahuje hodnoty 0,18 d .

Nárazové trysky č. 600 vyrobené z oceli měly rozdíly v průměru vrtání 1,96 %.

Získané údaje svědčí o různém stupni zvládnutí výroby trysek, popřípadě o úrovni technické kontroly u výrobce.

S výrobou přímo souvisí označování trysek a jejich dílů. Označení u zkoušených a zde uvedených trysek je nejúplnější u výrobků firmy Albuz.

Literatura

ČSN 47 0128. Zkoušení strojů a zařízení na ochranu rostlin. 1974.

Firemní literatura USA, Agricultural Spray Nozzles and Accessories; Spraying Systems Co., Katalog 37, 1985, 44 s.

FRIEDMAN, M. a kol.: Zemědělské stroje I. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1973. 367 s.

Metodika pro zkoušení mechanizačních prostředků na ochranu rostlin proti škodlivým činitelům. 3. vydání, Brno, ÚKZÚZ — OKOR 1970. 88 s.

TISLER, B. — HOCKE, D.: Verteilung der Spritzflüssigkeit und Höhe der Abtriftverluste beim Einsatz eines Feldspritzgerätes mit unterschiedlichen Wasseraufwandmengen. Gesunde Pfl., 29, 1977, č. 8, s. 180-184.

ZASKE, J.: Bestimmung und Bewertung von Tröpfchengrößenspektren bei Pflanzenschutzdüsen. Nachr.-Bl. Dtsch. Pfl.-Schutzdienst (Braunschweig), 22, 1970, č. 2, s. 17-24.

Došlo dne 2. 2. 1987

ТРУНЕЧКА, К. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Лабораторная оценка форсунок опрыскивателей предназначенных для защиты растений. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 215-226.

В ходе такой оценки определяют технические и качественные показатели. Описаны измеряющие методы и приемы, применяющиеся для оценки форсунок. Цель состояла в подготовке комплексной единой методики лабораторного испытания форсунок, пригодной как для экспериментальных целей, так, главное, для нужд числ. разработок. Программу тестирования разделили на две части: общие данные, техн. контроль, функциональный тест. На основе разработанной методики проверяли форсунки машин по защите растений, обычно применяемых в ЧССР. В другом разделе рассматривается техн. контроль за выбранными форсунками: у щелевой Альбюз АПГ 110 В — зеленая; турбулентная $\varnothing$ 1,7 мм; ударная Праллдус № 600; щелевая ДАШСЗ 023-3 красная. В рамках сопоставления техн. данных лучшую оценку получили Альбюзские форсунки, которые отличаются большой точностью исполнения, подходящими обозначением и материалом для производства отдельных деталей.

испытания форсунок; технический контроль; размеры функциональных отверстий; функциональный тест; минутная доза; угол дисперсии; равномерность распыления; размеры капель; форсунки щелевые, ударные, турбулентные

TRUNEČKA, K. (University of Agriculture, Brno): *Laboratory Evaluation of the Nozzles of Sprayers Used in Plant Protection*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 215-226.

Laboratory evaluation of the nozzles of spraying machines includes the determination of the technical and qualitative parameters. The methods of measurement and the procedures used to evaluate the nozzles are described in the study. Its aim was to prepare a unified set of methods for testing sprinkler nozzles under laboratory conditions. These methods were to be applicable both in research and, particularly in Czechoslovak testing practice. The nozzle testing programme comprises the following parts: general data, engineering inspection, functional test. Nozzles of spraying machines commonly used in plant protection in Czechoslovakia were chosen to demonstrate the evaluation according to the proposed methodology. Another part of the study is concerned with the engineering inspection of the nozzles. The following nozzle types were tested: the Albuz APG 110 V slit-type nozzle (green), rotating nozzle 1.7 mm in diameter, the Pralldüse 600 pivot sprinkler nozzle, and the DHSZ 023-3 slit-type nozzle (red). The Albuz nozzles were found to have the best technical parameters: they are characterized by a high workmanship, good marking, and good choice of materials for the manufacture of their parts.

tests of nozzles; engineering inspection; sizes of functional bores of nozzles; functional test; water rate per minute; angle of water jets; uniform sprinkling; droplet size; slit-type nozzles; pivot sprinkler nozzles; rotating nozzles

TRUNEČKA, K. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Laboratorbewertung der Düsen der zum Pflanzenschutz genutzten Spritzgeräte*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 215-226.

Bei der Laborbewertung der Düsen der zum Pflanzenschutz genutzten Spritzgeräte werden technische und qualitative Merkmale ermittelt. In der vorliegenden Arbeit sind Messmethoden und -verfahren beschrieben, die bei der Bewertung der Düsen genutzt werden. Die Arbeit wollte eine einheitliche Komplexmethodik der Laborbewertung der Düsen vorbereiten, die sowohl für Forschungszwecke als auch für das tschechoslowakische Prüfungswesen geeignet wäre. Das Programm des Testens der einzelnen Düsen wurde in folgende Teile unterteilt: allgemeine Angaben, technische Kontrolle, Funktionstest. Aufgrund der erarbeiteten Methodik wurden für die Bewertung Düsen der in der ČSSR üblich genutzten Pflanzenschutzmaschinen ausgewählt. Ein weiterer Teil der vorliegenden Arbeit ist der technischen Kontrolle der ausgewählten Düsen gewidmet. Es wurden folgende Düsen kontrolliert: die Bändchendüse Albuz APG 110 V — grüne Farbe, die Wirbeldüse Ø 1,7 mm, die Pralldüse Nr. 600 und die Bändchendüse DHSZ 023-3 — rote Farbe. Im Rahmen des Vergleichs der technischen Parameter wurden am besten die Düsen Albuz bewertet, die sich durch eine hohe Ausführungspräzision, eine geeignete Kennzeichnung und eine geeignete Wahl von Materialien für die Erzeugung der einzelnen Teile auszeichneten.

Düsenkontrolle; technische Kontrolle; Dimensionen der funktionellen Öffnungen; Funktionstest; Minutengabe; Streuungswinkel; Streuungsgleichmässigkeit; Tropfengrösse; Bändchen-, Prall- und Wirbeldüsen

Adresa autora:

Ing. Karel Trunečka, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

TECHNOLOGIE ODDĚLENÉ SKLIZNĚ KLASŮ A SLÁMY U OBILOVIN

J. Blahovec

BLAHOVEC, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Technologie oddělené sklizně klasů a slámy u obilovin*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 227-232.

Uvádíme technologické schéma sklizně obilovin s oddělenou sklizní klasů a stébel a schéma separátoru klasů pracujícího na principu vyčesávání. Technologické schéma vede k úsporám energie a lepšímu využití vedlejších produktů (plevy a listy), než je tomu u dosavadních technologií. Při následném výmlatu separovaných klasů je možné snížit ztráty obilí, snížit jeho poškození a zvýšit jeho kvalitu (v důsledku dozrávání a dosoušení obilí v klasech před jejich výmlatem). Je naznačeno, že k výmlatu klasů je možné využívat nové, progresivnější fyzikální metody.

obiloviny; výmlat; úspora energie; vyčesávání; snížení ztrát

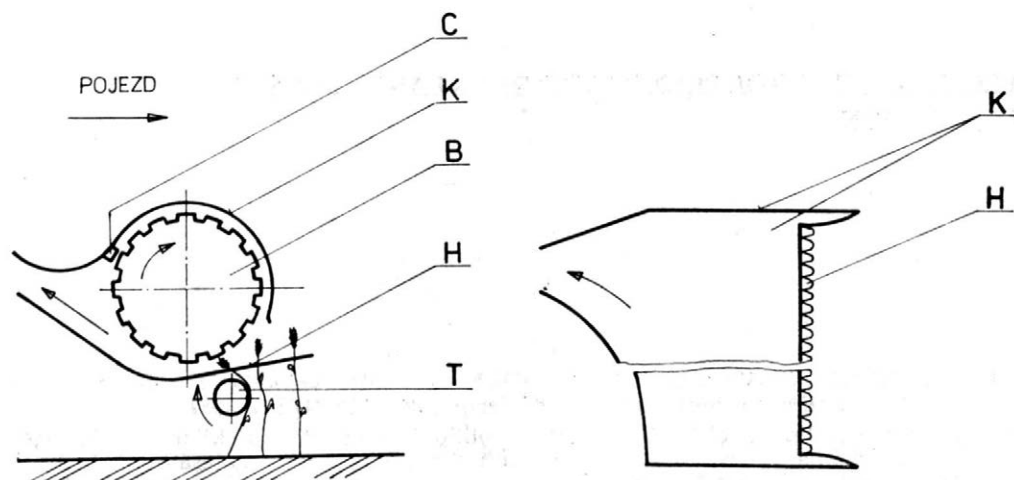
V současné době sklizeň obilovin automaticky spojujeme s prací sklízecích mlátiček na polích. A přitom ještě v nedávné minulosti byly obiloviny sklizeny tak, že výmlat a žatva byly časově oddělené. Mělo to mnohé výhody; v době výmlatu byl porost již suchý a obilí bylo vyzrálé a suché. Celý proces byl pak energeticky méně náročný a docházelo při něm k menším ztrátám obilí. Výmlat probíhal na stacionárních pracovištích, a tak odpadaly problémy spojené s pohybem těžkých mlátičkových zařízení po polích. Žatva sama byla méně závislá na počasí. Výhody sklizně obilovin sklízecími mlátičkami spočívají ve výrazné úspoře pracovních sil, v odstranění ztrát obilí při manipulaci s poжатým porostem a ve zjednodušené manipulaci s oběma základními sklizenými produkty.

Nejstarším a dnes již u nás zapomenutým způsobem sklizně obilovin je odřezávání klasů od stébel s následným vysekáváním či vypalováním zbylých stébel. Staré egyptské fresky z 15. století před naším letopočtem (Pijoan, 1977) ukazují otroky odřezávající srpy obilní klasy a jiné otroky, kteří odnášejí odřezané klasy ve velkých koších k dalšímu zpracování. Tento způsob sklizně se udržoval téměř na celém světě po celý starověk a středověk a na mnohých místech přezíval až do 18. století. Mechanizovaná sklizeň klasů byla zavedena v minulém století v Austrálii. V Austrálii a v Argentině je používána až dodnes (Novotný, 1986).

Oddělená sklizeň klasů a slámy obilovin má proti oběma dříve uvedeným způsobům mnoho výhod. Podrobný návrh moderního způsobu oddělené sklizně klasů a slámy běžných obilovin spolu s rozбором jeho předností je obsahem této práce.

NAVRŽENÝ ZPŮSOB SKLIZNĚ

Základní operací navrhovaného způsobu sklizně obilovin je oddělení klasů od stébel. Pro tento účel byl navržen sklizeč (Blahovec a Šír, PV 3083-84, 1984), který odděluje klasy od lodyh, dopravuje je do zásobníku a zároveň seká zbylá stébla a ukládá je do řádku. Nejdůležitější částí sklizeče je separátor klasů, který je schematicky znázorněn v obr. 1. Proces separace klasů probíhá tak, že



1. Schematické znázornění separátoru klasů (B — otočný buben, H — vyčesávací hřeben, K — vzduchotěsné kryty, T — třecí válec, C — clona) — Diagram of a spike separator (B — turning drum, H — the comb, K — air-tight covers, T — rubbing cylinder, C — screen)

vrchní část porostu je zachycena v mezerách vyčesávacího hřebenu H. Klas od stébla je separován v důsledku pojezdu stroje, který napíná a povytahuje stéblo z vyčesávacího hřebenu až do okamžiku, ve kterém přijde klas do styku s vyčesávacím hřebem. Při vtahování do úzké mezery vyčesávacího hřebene klade klas zvýšený odpor a při dalším napínání stébla vlivem pojezdu stroje a současným působením výstupků otočného bubnu (B) je utržen. Održení klasů napomáhá rotující třecí válec (T), jehož povrch se tvarováním a materiálými vlastnostmi vyznačuje vysokou hodnotou třecí síly mezi třecím válcem a obilními stébly. Styk stébla s třecím válcem a současná rotace v naznačeném směru odlehčují spodní část napínajícího se stébla, a zamezují tak vytržení celé rostliny i s kořeny ze země, popřípadě přetržení stébla v jeho spodní části.

K čištění otočného bubnu od klasů a vypadaných zrn slouží clony C. Celý prostor separátoru klasů je vzduchotěsně zakrytý kryty K. Přístup vzduchu je umožněn pouze úzkým ústím, kterým do prostoru separátoru vstupují klasy, a otvory mezi zuby vyčesávacího hřebenu. V zadní části je prostor separátoru klasů spojen se sacím ventilátorem, který z tohoto prostoru odsává oddělené klasy a dopravuje je do přepravního kontejneru klasů. Takto vzniklý proud vzduchu, směřující od ústí separátoru klasů k sacímu dopravníku klasů, slouží nejen k dopravě klasů, ale také výrazně omezuje úlet vypadaných zrn či celých klasů z prostoru separátoru klasů.

Přepravní kontejnery klasů mají odlehčenou konstrukci a slouží k přepravě klasů do prostoru stacionárního pracoviště. Na tomto pracovišti klasy dozrávají a dosychají v hromadách aktivně provětrávaných studeným vzduchem. Následný výmlat klasů na stacionárním pracovišti umožňuje uchovat plevy pro krmné účely a realizovat proces oddělení zrn od klasů kvalitně při výrazně nižší spotřebě energie a nižších ztrátách než při výmlatu všeho sklizeného porostu, jak je to běžné u klasických způsobů sklizení.

Jakmile jsou klasy održeny, jsou zbylá stébla pokosena žací lištou umístěnou na sklizeči klasů. Požatá stébla jsou sklizečem srovnána do řádků na strniště tak, že směřují kolmo na směr řádku — obdobně jako stonky sklizeného lnu. Když takto uspořádané řádky proschnou, sbírá se sláma sběracím zařízením, které ji váže do obřích otepí. Sláma v těchto otepech se vyznačuje vysokou objemovou hmotností, které bylo v tomto případě dosaženo při spotřebě energie nižší než pro lisování slámy. Alternativní technologií sklizené slámy je svinování do obřích balíků. Při odvozu obřích balíků či otepí z pole a při jejich skladování je možné využít současné techniky používané pro odvoz obřích balíků.

Sláma skladovaná v obřích balících či obřích otepech se může využít obdobným způsobem jako sláma získaná výmlatem porostu sklízecími mlátičkami. Při oddělení sklizených klasů má sláma relativně nepoškozená stébla včetně listů. Stébla mohou být použita k pletářským účelům, listy jako krmivo. Poměrně snadno lze

rozdělit sklizená stébla na frakce pro krmné účely a na podestýlku dobytka. Hodí se k tomu zejména sláma skladovaná v otepích; otepi je možné snadno po délce rozdělit na spodní část s tlustými stébly, na střední část se stébly s vyšším zastoupením listů a na vrchní část (první internodium shora), tvořenou tlustostennými stébly malého průměru. Nejvyšší nutriční hodnotu má střední část stébel, zejména je-li porost sklizen před obdobím plné zralosti.

VÝSLEDKY

SKLIZEŇ KLASŮ (tab. I)

Klasickým způsobem oddělování klasů od stébel je jejich odřezávání, nejčastěji srpy. S využitím lidského zraku bylo možné seříznout jedním řezem jeden klas či několik klasů sousedních. Tento postup se však nese snadno realizuje pomocí strojů. Existují návrhy na seřezávání klasů v porostu s použitím rovinné lišty (Koudelka, 1981), obvykle však narážejí na potíže s nevyrovnaností sklizených porostů. Jak uvádějí Blahovec a Myšáková (1984), je variační koeficient výšky rostlin v porostech žita, pšenice a ječmene přibližně 10 %. Vzhledem k této okolnosti je nutné při seřezávání klasů porostu rovinnou lištou seřezávat i části stébel. Pro uvedenou hodnotu variačního koeficientu a při požadavku, aby ztráty vzniklé neseříznutými klasy nepřevyšovaly 2 %, to znamená potřebu seřezávat spolu s klasem 20 až 30 % stébel. Seřezávání klasů rovinnou lištou tedy nepředstavuje příliš efektivní způsob oddělování klasů od stébel.

Pro oddělení klasů od stébel přicházejí v úvahu také postupy využívající vyčesávací hřebeny, které se používají k vyčesávání semen některých plodin (tobolek lnu, semen trav apod.). Tyto stroje se v angličtině souhrnně nazývají strippery (Novotný, 1986). Proměňování sil potřebných k oddělování klasů od stébel tahovou silou (Blahovec a Myšáková, 1984) ukázalo, že k odtržení klasů od stébel u žita, ječmene a pšenice je potřebná síla 10 až 20 N. Na základě těchto poznatků byl navržen separátor klasů, uvedený na obr. 1.

Účinnost vyčesávání stébel hřebem byla posílena tím, že byl zařazen otočný buben a třecí válec. Možnost ztrát zrna úletem je omezena použitím pneumatické dopravy se silným sacím účinkem. Částečný výmlat klasů v separátoru klasů není pro další zpracování na závadu. Klade pouze nároky na přepravní kontejnery, které by měly mít relativně pevný a lehký skelet a slabé stěny, tvořené např. hustým sítem s oky menšími než je rozměr zrn.

Navržený separátor klasů je možné použít také ke sklizni dalších plodin, včetně těch, které nemají semena uložena v klasech. Příkladem může být oves, který sklizečem klasů může být téměř vymlácen. Každou další možnost je třeba posoudit v konkrétních podmínkách. Separátor klasů znázorněný na obr. 1 je určen ke sklizni klasů z nepolehlého porostu, principiálně je však možné upravit toto zařízení i pro sklizeň z polehlých porostů obilovin.

Sklizeč klasů je proti sklízecí mlátičce zařízení velmi jednoduché; dá se tedy předpokládat, že i jeho hmotnost je výrazně nižší. Nižší hmotnost zákonitě souvisí s vyšší pohyblivostí stroje za zhoršeného počasí a s příznivějším působením stroje na půdu.

Vzhledem k tomu, že výmlat klasů neprobíhá ihned po oddělení klasů od stébel, ale až po dozrání a dosušení klasů pod přístřeškem, je

I. Základní operace navrhovaného postupu sklizně obilovin — Basic parameters of the proposed procedure of grain harvesting

Operace	Použité technické prostředky	Charakteristika práce	Produkty
Sklizeň klasů	samochodný sklizeč klasů	oddělení klasů a jejich přeprava do kontejneru, posekání stébel a jejich uspořádání do řádků se stěbly orientovanými kolmo na směr řádků	klasy v kontejnerech, řádky slámy na poli
Odvoz klasů	kontejnery na nákladních autech, nakládání jeřábem (např. tzv. mechanickou rukou)	kontejnery jsou vyprazdňovány v přechodném skladu a vrací se do sklizňové linky	klasy ve vrstvě s aktivní ventilací vzduchem
Výmlat klasů	samonasávací dopravník klasů, mlátička klasů, běžná zařízení pro dopravu a skladování zrna	pro výmlat klasů je možné použít jiných fyzikálních procesů než jsou obvyklé; nižší spotřeba energie, stačí pneumatická separace	obilí, zbytky klasů včetně plev
Sklizeň slámy	samochodné sběrací zařízení produkující: a) obří otepí, b) obří svinuté balíky	technologie výroby svinutých balíků zvládnuta (len), postup při vytváření obřích otepí je zřejmý	obří otepí obří svinuté balíky
Odvoz slámy	prostředky používané pro tento účel u obřích balíků (současná technologie)		obří otepí či balíky uložené pod přístřešky či ve stozích
Členění slámy do frakcí	přepravní zařízení otepí, dělicí řezačka otepí, řezačky jednotlivých frakcí, pneumatické dopravníky nářezaných frakcí	otepí dělí dělicí řezačka do dvou až tří frakcí, jednotlivé frakce jsou pořezány a dopraveny na místo určení	sláma ke krmným účelům, sláma k technickému zpracování, sláma na stelivo

možné u tohoto způsobu sklízne sklízet obiloviny v nižší zralosti, popř. s vyšším obsahem vody. To činí sklizeň méně závislou na vývoji počasí, než tomu je u sklízne sklízecími mlátičkami.

VÝMLAT KLASŮ (tab. I)

Obilní klasy ve vrstvě se vyznačují vyšší mezerovitostí, než má vrstva zrna. To umožňuje relativně jednodušší dosoušení a dozrávání zrna v nevymláčených obilních klasech umístěných v aktivně ventilovaných vrstvách pod přístřešky. Během několikadenního proschnutí a dozrávání se sníží obsah vody v obilkách a v dalších částech klasů a obilní klasy mohou být vymláčeny. Výmlat může probíhat s použitím klasického mlátičího bubnu nebo s použitím dalších mechanismů, např. třecích, které simulují „mnutí“, ultrazvukových aj. Nejvhodnější způsoby mláčení klasů je třeba teprve hledat. V každém případě je však možné realizovat proces mláčení při nižší spotřebě energie než při mláčení celého sklizeného porostu u klasických způsobů sklízne obilovin.

Hmotnost klasů tvoří asi polovinu hmotnosti omlatu při klasických způsobech sklízne obilovin. Klasy jsou po dosoušení vyztářejší, obsahují méně vody a jen omezeně mohou být znečištěny zelenými plevy, popřípadě podsevem. Průběh výmlatu klasů je proto mnohem jednodušší než výmlat porostu v klasických technologiích. Velmi jednoduchý je proces separace zrna od zbytků klasů po jejich výmlatu. K tomuto účelu stačí jen pneumatické způsoby separace.

Další výhoda výmlatu klasů vyplývá ze skutečnosti, že použité zařízení je stacionární. Jeho činnost není závislá na nerovnostech terénu a nedochází na něm k ztrátám zrna vypadáním. Při výmlatu klasů jsou jako další produkty získávány plevy a zbytky klasů, které mají vyšší nutriční hodnotu než sláma (Staniforth, 1983) a které jsou při výmlatu v polních podmínkách z převážné části ztraceny nebo přimíchány do slámy.

SKLÍZENÍ SLÁMY (tab. I)

Při oddělení sklízni klasů a slámy je sláma tvořena stébly, která neprošla mlátičím ústrojím, a proto mohou být sklízna v uspořádaném stavu v otepích, jejich vyšší objemové hmotnosti je dosahováno při nízkých bočních tlacích na stébly, tedy při nízké spotřebě energie. Za těchto okolností nejsou stébly výrazně poškozena. Alternativním způsobem sklízne stébel je jejich svinování do obřích balíků. Poškození stébel a jejich neuspořádanost je však v tomto případě mnohem vyšší než při sklízni stébel v otepích.

Obilní stébly, která neprošla mlátičím ústrojím, si proti vymláčené slámě uchovávají převážnou část listů, které představují až 40 % sušiny slámy (Staniforth, 1983) a které jsou více než z 30 % ztraceny v průběhu výmlatu v polních podmínkách sklízecími mlátičkami. Za těchto podmínek jsou ztraceny téměř celé listové čepele obilovin. Listy obilovin mají výrazně vyšší nutriční hodnotu než vlastní stébly (protein) a mají také asi o 20 až 30 % vyšší stravitelnost než internodia stébel (Staniforth, 1983). S ohledem na uvedené skutečnosti je obilní sláma sklízna odděleně ve formě nevymláčených stébel mnohem vhodnější jak k technologickým účelům, tak jako krmivo. Nutriční hodnota takto sklízna slámy ještě vzroste zelenou příměsí (plevy a podsev).

Při sklizni do otepí je možné rozdělit dlouhá obilní stébla po délce do frakcí s různým využitím. Toto dělení není vhodné realizovat u krátkých stébel (ječmen, některé odrůdy pšenice), které je pak výhodné svinovat do obřích balíků s jednotným způsobem využití.

ZÁVĚR

Přednosti oddělené sklizně klasů a stébel obilovin spočívají zejména v nižší spotřebě energie, ve vyšším stupni využití vedlejších produktů (plevy, listy) a ve vyšší kvalitě produkovaného obilí.

Literatura

- BLAHOVEC, J. — MYŠÁKOVÁ, T.: Vazba klasu na stéblo u hlavních obilovin v průběhu jejich dozrávání. Zeměd. Techn., 30, 1984, č. 7, s. 417-426.
BLAHOVEC, J. — ŠÍR, V.: Sklizeč obilnin, PV 3083-84. 1984.
KOUDELKA, F.: Kombinovaný sklízecí stroj obilovin. ČS AO 187516. Praha 1981.
NOVOTNÝ, F.: Vývoj sklízecích mlátiček ve světě a jejich rozšíření na území ČSSR. In: Historie techniky sklizně obilovin. Z. Tempír a kol., ÚVTIZ, Zemědělské muzeum Praha 1986, s. 83-138.
PIJOAN, J.: Dějiny umění, 1. díl. Praha, ODEON 1977, s. 126-127.
STANFORTH, A. R.: Cereal straw. Oxford, Clarendon Press 1979, ruský překlad: Soloma zlakovykh kultur. Moskva, Kolos 1983. 191 s.

Došlo dne 27. 3. 1987

БЛАГОВЕЦ, Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Технология раздельной уборки колосьев и соломы зерновых. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 227-232.

Приводится технологическая схема такой уборки и схема сепаратора колосьев, работающего на принципе вычесывания. Технологическая схема ведет к экономии энергии и лучшей утилизации побочных продуктов (лузги и листьев) в сравн. с прежними технологиями. В последующем обмолоте отделенных колосьев можно понизить потери зерна и его повреждаемость, улучшая его качество (вследствие дозревания и досушивания зерна в колосьях до обмолота). Как показано, для обмолота колосьев можно пользоваться новыми, более передовыми физическими методами.

зерновые; обмолот; экономия энергии; вычесывание; сокращение потерь

BLAHOVEC, J. (University of Agriculture, Praha): *Picking the Ears and Stems apart: A Technology of Cereal Harvesting*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 227-232.

Technological diagrams are shown in the paper to present the harvesting of cereals with the ears and stems being picked separately. The technology uses an ear separator which works on the principle of combing. The system saves energy and enables better utilization of the by-products (chaff, leaves) than with the traditional technologies. When the ears are threshed separately, grain losses and grain damage can be reduced and grain quality improved (grain ripens and dries in the ears before threshing). It is suggested that new progressive methods can be used for the threshing of ears.

cereals; threshing; energy saving; combing; reduction of losses

Adresa autora:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

MERANIE SPAĽOVACIEHO MOTORA POMOCOU MIKROPOČÍTAČOV

R. Labuda

LABUDA, R. (Výskumný ústav hydraulických mechanizmov, Dubnica nad Váhom): *Meranie spaľovacieho motora pomocou mikropočítačov*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 233-240.

Matematické modelovanie prvkov a systémov pomocou počítačov sa nezaobíde bez poznatkov, informácií, údajov o chovaní modelovaného objektu. V prípade existencie modelovaného objektu sa poznatky najhodnovernejšie získajú meraním. V príspevku je ukážka merania charakteristik spaľovacieho motora Z 6901, ktorý má demontovaný odstredivý regulátor, pomocou osobných mikropočítačov PP 01 a PMD-85. V systéme merania sú plne využité možnosti, ktoré výpočtová technika poskytuje pre racionalizáciu merania, spracovania, zobrazenia a zaznamenávania nameraných údajov. Kľúčovou časťou meracieho stavu je vyriešený systém programového ovládania posuvu palivovej tyče vstrekovacieho čerpadla, ktorý umožňuje riadiť spaľovací motor na konštantné otáčky, aretovať polohu palivovej tyče počas merania a realizovať ľubovoľnú skokovú zmenu palivovou tyčou. Výsledky popísaného merania boli využité pri tvorbe matematického modelu spaľovacieho motora.

simulovanie; simulátor; datový súbor; odozva; programové riadenie

Základným princípom simulácie je náhrada pôvodného reálneho systému, resp. navrhovaného systému, tzv. simulačným modelom a spätná aplikácia poznatkov zo simulačného modelu na pôvodný systém. Nositelom modelu môžu byť systavy optické, pneumatické, hydraulické, mechanické a iné, ktoré predstavujú tzv. fyzikálny model. V posledných desaťročiach sa modelovanie opiera predovšetkým o popis dejov pomocou matematického aparátu a o využitie výpočtovej techniky — počítača ako nositeľa modelu. Ku skúmanému objektu vytvárame nehmotný model skladajúci sa z matematických výrazov — matematický model. Riešením tohoto matematického popisu na počítači získavame výsledky, ktoré aplikujeme na pôvodný objekt. Jednou zo základných úloh pred tvorbou matematického modelu je získať údaje a správy v rôznej forme zo štruktúry a správania sa objektu. Tieto údaje sa obvykle získavajú:

- a) aplikáciou niektorých už známych prírodných, fyzikálnych zákonov,
- b) stanovením zákonitostí cestou pozorovania a merania.

V prvom prípade, ktorý má najčastejšie deduktívny charakter, sa pomocou matematického aparátu, na základe znalostí základných závislostí vo vnútornej štruktúre, popisuje chovanie sledovaného objektu.

V druhom prípade, pri vonkajšom opise, sa systém pokladá za skrinku, do ktorej nevidíme. Pomocou matematických funkcií sa vyjadrujú relácie medzi vstupmi a výstupmi systému, získané meraním.

V tomto článku je popísané meranie, ktoré poskytuje východzie údaje pre tvorbu dynamického matematického modelu spaľovacieho motora a sústavy spaľovací motor — hydrostatický prevod, inštalovanej v mobilnom pracovnom stroji. Matematický model sa využije pre tvorbu a odladenie riadiacich algoritmov pracujúcich v reálnom čase, pre riadenie posuvu palivovej tyče vstrekovacieho čerpadla spaľovacieho motora a pre riadenie výklopu páčky servoventilu hydrogenerátora pojazdu.

Objektom merania bolo skúšobné zariadenie, ktoré bolo vybudované pre tento účel v skúšobni ZŤS—VŠDS v Žiline a ktoré ako model mobilného pracovného stroja zároveň slúži k overovaniu navrhnutých riešení (Diviš a Labuda, 1986).

MATERIÁL A METÓDY

Predmetom merania sú:

- spaľovací motor Zetor 6901,
 - hydrodynamická brzda Schenck U1-40.
- Rozsah skúšok bol zameraný na meranie:
- statických charakteristík spaľovacieho motora,
 - dynamických charakteristík sústavy spaľovací motor — brzda Schenck.

Pri meraní statických charakteristík je zaznamenávaná závislosť výstupnej veličiny (v tomto prípade moment M a spotreba paliva Q) na veličine vstupnej (otáčky spaľovacieho motora n) pri konštantných hodnotách ostatných parametrov (poloha palivovej tyče z na spaľovacom motore) v ustálenom stave.

U dynamických meraní sa zaznamenáva závislosť zmeny výstupnej veličiny na čase ako odozva na skokovú zmenu vstupnej veličiny pri ostatných veličinách konštantných. V tomto meraní je to záznam priebehov $M = f(t)$ a $n = f(t)$ pri skokovej zmene polohy palivovej tyče spaľovacieho motora. Meracia a vyhodnocovacia aparátúra je navrhnutá tak, aby výsledky merania boli pripravené na ďalšie spracovanie na počítači.

U merania statických charakteristík sú odčítávané hodnoty, zaznamenávané prostredníctvom klávesnice do osobného počítača PP-01, spracované do dátových súborov a uchované na magnetofónovej kazete.

Dynamické merania sú realizované mikropočítačom PMD-85 a výsledky sú takisto uložené na magnetofónovú pásku. Mikropočítač — ako ústredný prvok meracej aparatúry — umožňuje:

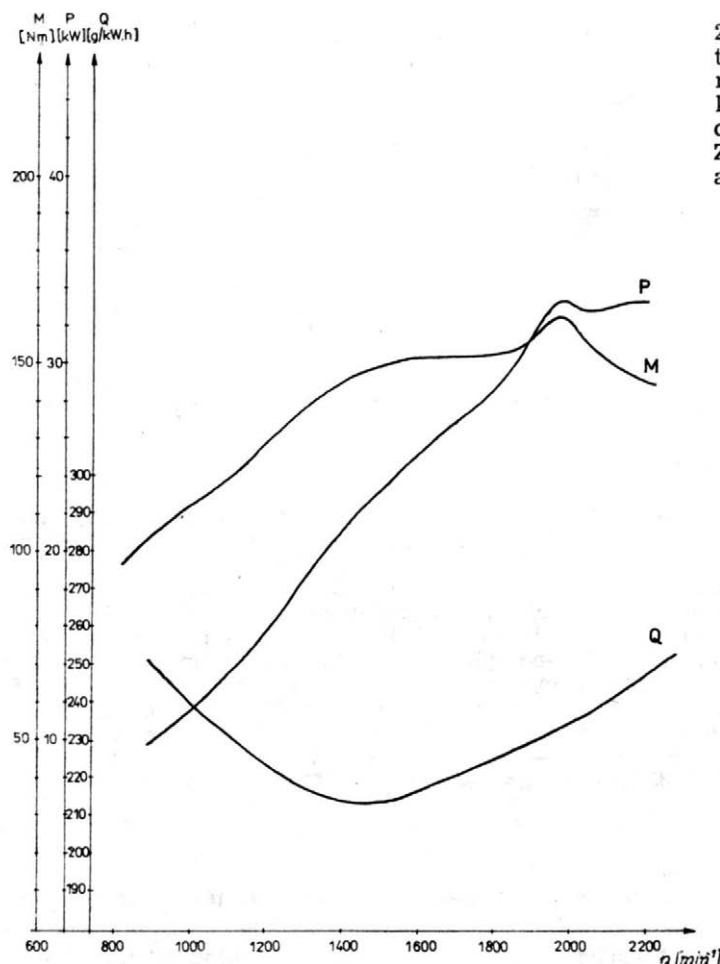
- ovládanie parametrov skúšobného prvku alebo systému, a to buď manuálne z klávesnice alebo programovo,
- riadenie experimentu z jedného centra (spúšťanie, vypínanie, synchronizácia úkonov apod.),
- zaznamenávanie nameraných hodnôt v požadovanej forme (pamäť, kazeta, dierna páska a pod.),
- okamžité zobrazenie nameraných priebehov na obrazovke,
- spracovanie nameraných hodnôt (stredná hodnota, úprava výsledkov do jednotného tvaru, vytlačenie tabuliek a pod.),
- dobrú reprodukovateľnosť meraní.

Výhody, ktoré takýto merací systém poskytuje, však vyžadujú, aby bolo vyriešené prepojenie mikropočítača s meraným objektom, pričom je potrebné:

- použiť snímačov s digitálnym výstupom, resp. upraviť analogové signály do číslicového tvaru,
- vyriešiť elektromechanické (hydraulické, pneumatické a pod.) ovládače pre ovládanie parametrov skúšobného zariadenia,
- vyriešiť jednotku styku mikropočítača so snímačmi a vybavovačmi,
- navrhnuť riadiaci algoritmus a vlastný program merania.

Celková schéma skúšobného zariadenia je na obr. 1.

Spaľovací motor je mechanicky spojený s hydrodynamickou brzdou Schenck prostredníctvom klbového hriadeľa. Okrem indikovania parametrov, ktoré zabezpe-

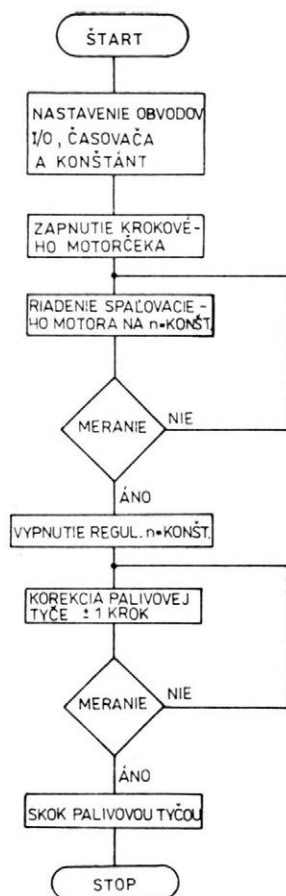


2. Statické charakteristiky spaľovacieho motora Z 6901 pri $z = 153$ krokov — Statical characteristics of the Z 6901 combustion engine at $z = 153$ steps

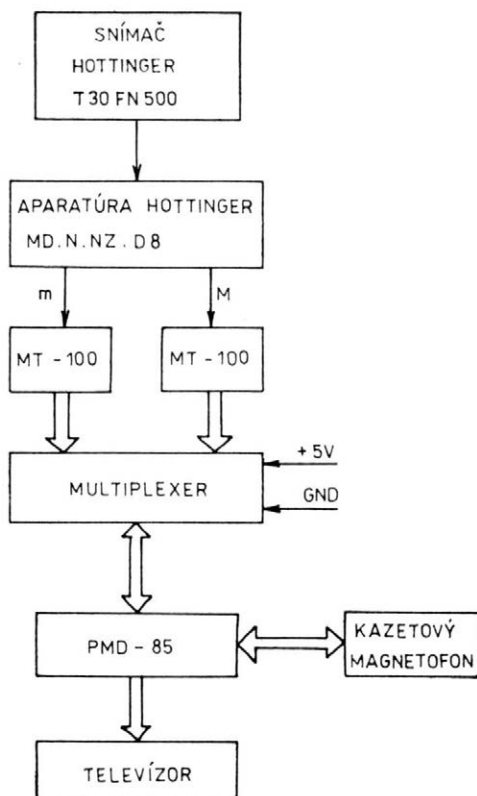
VÝSLEDKY

Po naštartovaní motora, ktorý je vyriešený programovo z mikropočítačového systému, sa nastaví približne východzí stav merania, t. j. otáčky, moment a palivová tyč, ovládaním brzdy Schenck (parameter α_v). Bloková schéma riadiaceho programu je na obr. 3. Po zatlačení tlačítka MERANIE na simulátore sa program regulácie motora vypne a palivová tyč sa ovláda prostredníctvom klávesnice mikropočítačového systému (smerom hore tlačítko 4, smerom dolu tlačítko 0). Pri konštantnej hodnote palivovej tyče z sa zmeria závislosť $M-n$ tak, že obsluha brzdy zmenou brzdného momentu nastavuje otáčky v celom rozsahu v členení po 100 ot. min⁻¹. V ustálenom stave sa odčítavajú: moment, otáčky, výkon, poloha palivovej tyče a spotreba paliva pri známej teplote motora, vlhkosti, tlaku vzduchu a pod.

Pretože sa jedná o sústavu, v ktorej zaťažovací moment a otáčky kolíšu vplyvom nepravidelnosti chodu spaľovacieho motora a zaťažovacej brzdy, boli tieto dve hodnoty merané ako stredné hodnoty z 250 nameraných hodnôt s časovým odstupom 40 μ s pomocou mikropočítača PMD-85 programovo. Jednotlivé analógové signály odpovedajúce mera-



3. Bloková schéma riadiaceho programu spaľovacieho motora — Block diagram of the control programme of an internal combustion engine



4. Bloková schéma zapojenia meracieho zariadenia — Block diagram of the connection of the measuring equipment

ným hodnotám sú z vyhodnocovacej aparatury snímača T 30 FN pripojené na číslicové voltmetre MT 100, z ktorých sú využité A/D prevodníky. V tomto tvare sú signály vedené do multiplexu a odtiaľ cez konektor do mikropočítača PMD-85.

Bloková schéma meracieho zariadenia je znázornená na obr. 4.

Namerané výsledky sú prostredníctvom klávesnice zapisované do pamäte mikropočítača PP-01, v ktorom je programovo vytvorený dátový súbor v tvare matice $m \times n$, kde m je počet meraných veličín a n počet vykonaných meraní. Takýto súbor je možné uchovať na magnetofónovej kazete alebo v inej forme v nadväznosti na ďalšie možnosti spracovania, resp. vytlačiť ako tabuľku (tab. I).

Pri meraní dynamiky sústavy spaľovací motor — brzda Schenck bolo použité rovnaké zapojenie skúšobného zariadenia (obr. 1) ako aj meracej aparatury (obr. 4). Jedinou zmenou je program pre meranie a záznam na počítači PMD-85. V tomto prípade sa jedná o to získať priebeh otáčok a momentu v závislosti od času pri skokových definovaných

I. Časť tabuľky nameraných hodnôt — A part of the table of the data obtained by measurements

Datum merania: 23.—28. 5. 1986

Vlhkosť vzduchu: 60—80 %

Teplota motora: 80 stupňov Celsia

Tlak vzduchu: 97,3 kPa

Teplota vzduchu: 19—23 stupňov Celsia

Poloha tyče (kroky)	Otáčky (1/min)	Moment (Nm)	Výkon (kW)	Moment Schenck (Nm)	Spotreba (s)
190	2150	197,5	44,46	180,50	45,60
190	2060	205,0	44,22	189,33	47,14
190	2010	207,5	43,67	192,27	48,29
190	1880	210,0	41,34	194,23	52,52
190	1806	205,0	38,77	190,31	56,35
190	1706	210,0	37,51	192,27	59,93
190	1600	207,5	34,76	191,29	66,00
190	1515	212,5	33,71	193,25	69,34
190	1402	215,0	31,56	197,18	73,65
190	1290	210,0	28,36	195,21	80,31
190	1210	205,0	25,97	190,31	87,90
190	1110	200,0	23,24	187,37	98,35
190	1000	185,0	19,37	181,48	113,91
190	908	182,5	17,35	174,61	130,96
190	750	155,0	12,17	154,99	172,10
185	2180	190,0	43,37	172,65	47,81
185	2096	192,5	42,25	176,58	49,32
185	2000	197,5	41,36	183,44	51,08
185	1880	200,0	39,37	185,40	56,02
185	1776	200,0	37,19	186,39	60,57
185	1656	205,0	35,55	188,35	65,43
185	1530	202,5	32,44	187,37	72,13
185	1422	205,0	32,52	190,31	77,64
185	1290	202,5	27,35	190,31	85,69
185	1218	197,5	25,19	185,40	90,57
185	1106	192,5	22,29	181,48	102,78
185	990	175,0	18,14	175,59	117,95
185	860	167,5	15,08	166,77	145,35
185	708	142,5	10,56	145,18	198,86
180	2190	182,5	41,85	167,75	49,97
180	2094	187,5	41,11	172,65	51,36
180	1968	200,0	41,21	183,44	52,81
180	1838	195,0	37,53	180,50	60,05
180	1740	197,5	35,98	183,44	63,09
180	1660	197,5	34,33	182,46	66,67
180	1578	197,5	32,63	179,52	70,69
180	1446	200,0	30,28	179,52	77,16
180	1344	200,0	28,14	180,50	81,90
180	1200	195,0	24,50	177,56	94,81

zmenách polohy palivovej tyče z spaľovacieho motora pre celý otáčkový a zaťažovací rozsah.

Pre meranie bolo zvolené vzorkovanie jednotlivých signálov s frekvenciou 40 μ s, čo predstavuje celkový čas na meranie odozvy 35 s.

POSTUP MERANIA

Pred meraním každej odozvy bol nastavený východzí stav rovnakým spôsobom ako u merania statických charakteristík, t. j. ustálený stav pre $z = \text{konšt.}$, $n = \text{konšt.}$, $M = \text{konšt.}$ Súčasným zatlačením tlačítka MERANIE a spustením programu počítača PMD-85 bola vykonaná skoková zmena palivovej tyče o definovaný krok Δz s gradientom 2,5 μ s a spustené meranie a uchovanie nameraných hodnôt do operačnej pamäte mikropočítača PMD-85. Po naplnení tejto vyhradenej časti pamäte sa meranie automaticky ukončilo. Zmerané priebehy boli po každom meraní uložené na magnetofónovú pásku. Súčasťou programu je aj zobrazovanie nameraných dynamických charakteristík $M = f(t)$, $n = f(t)$ na obrazovkou televízora. Obsluha má teda možnosť výberu skôr, než je nahraté na pásku.

ZÁVER

Takto postavené meracie zariadenie umožňuje veľmi jednoducho a rýchlo merať charakteristiky prvkov. Pri zmene druhu merania spravidla vystačíme so zmenou programu meracieho počítača. Realizovať dynamické merania iným spôsobom ako pomocou počítačových systémov je veľmi obtiažne a pracné, hlavne vo fáze vyhodnocovania a spracovania, pretože sa jedná o tisíce nameraných bodov. Tento systém umožňuje okamžité zobrazenie nameraných závislostí na obrazovke, zisťovanie citlivosti na jednotlivé parametre a vonkajšie vplyvy, vytlačenie tabuliek, resp. grafov a kvalitné uchovávanie nameraných hodnôt pre ďalšie spracovanie.

Literatúra

DIVIŠ-LABUDA, R.: Meranie spaľovacieho motora a hydrostatického prevodu. [Výskumná správa.] Žilina, ZŤS-VŠDS 1986.

Došlo dňa 26. 5. 1987

ЛАБУДА, Р. (Научно-исследовательский институт гидромеханизмов, Дубница над Вагом): Измерение двигателя внутреннего сгорания с помощью микровычислительных машин. Земѣд. Techn., 34, 1988 (4) : 233-240.

Математическое моделирование элементов и систем с помощью ЭВМ не может обойтись без данных, информации о поведении моделируемого объекта. В случае наличия такого объекта наиболее достоверным способом приобретения сведений являются измерения. Приводятся измерения характеристик ДВС з 6901 с демонтированным центробежным регулятором, сделанные с помощью личных микро-ЭВМ ПП 01 и ПМД-85. В измерительной системе полностью используются возможности, предоставляемые вычислительной техникой, для рационализации измерений, обработки, изображения и учета данных. Ключевую позицию имеет разработанная система программного управления перемещением топливного стержня впрыскивающего насоса, что позволяет на-

стройку двигателя на константные обороты, проверку положения стержня во время измерений, с его произвольными рывками. Результаты послужили для составления матем. модели двигателя.

имитирование; имитатор; сводка данных; реакция; программная наладка

LABUDA, R. (Research Institute of Hydraulic Mechanisms, Dubnica nad Váhom): *Microcomputers Used for Internal Combustion Engine Measurements*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 233-240.

Computer simulation of components and systems requires findings, information and data on the behaviour of the simulated object. If such an object exists in reality, measurement is the best way of obtaining such data. The paper contains an example of measuring the characteristics of a Z 6901 internal combustion engine by means of PP 01 and PMD-85 personal microcomputers (the engine had a dismantled flyball speed governor). The possibilities offered by computers for rationalization of measuring, processing, representing and recording the measured data are fully used in the measurement system. The key part of the measurement equipment is a system of the programme control of the movement of the fuel rod of the injection pump enabling to keep the combustion engine at a constant speed, to verify the position of the fuel rod during measurement, and to make any jump change with the fuel rod. The results of the described measurement were used for the formation of a mathematical model of internal combustion engine.

simulation; simulator; data set; response; programme control

LABUDA, R. (Forschungsinstitut für hydraulische Mechanismen, Dubnica nad Váhom): *Messungen der Verbrennungsmotoren mit Hilfe der Computer*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 233-240.

Die mathematische Modellierung von Elementen und Systemen mit Hilfe von Computern kommt nicht ohne Erkenntnisse, Informationen und Angaben über das Verhalten des Modellobjektes aus. Im Falle der Existenz des Modellobjektes werden die einzelnen Erkenntnisse am besten anhand von Messungen ermittelt. In der vorliegenden Arbeit ist ein Beispiel der Messung der Charakteristiken und Parameter des Verbrennungsmotors Z 6901 mit demontiertem Zentrifugalregler mit Hilfe der Mikrocomputer PP 01 und PMD-85 angeführt. Im System der angewandten Messverfahren sind vollkommen die Möglichkeiten genutzt, die die Rechentchnik für die Rationalisierung der Messverfahren, der Bearbeitung, der Darstellung und der Aufzeichnung der Messdaten bietet. Als Schlüsselteil der Messvorrichtung kann das System der programmierten Betätigung der Verschiebung des Brennstoffstabes der Einspritzpumpe angesehen werden, das ermöglicht, den Verbrennungsmotor auf konstante Drehzahlen einzustellen, die Lage des Brennstoffstabes während der Messung zu kontrollieren und jede beliebige Veränderung mit Hilfe des Brennstoffstabes zu verwirklichen. Die ermittelten Messergebnisse wurden bei der Bildung des mathematischen Modells des Verbrennungsmotors genutzt.

Simulierung; Simulator; Datensumme; Reaktion; programmierte Steuerung

Adresa autora:

Ing. Róbert Labuda, Združené pracovisko ZTS, Vysoká škola dopravy a spojov, 010 88 Žilina — Veľký diel

V. Novotný, E. Novotná

NOVOTNÝ, V. — NOVOTNÁ, E. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Tribologická diagnostika*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (4) : 241-248.

Na základě znalostí teorií opotřebení a jejich druhů jsme klasifikovali otěr. Zpracovali jsme katalog otěrových částic a stanovili jsme typické součásti, projev opotřebení a základní mechanismus otěru. Na tyto charakteristické údaje navazuje hodnocení částic opotřebení podle indexu intenzity opotřebení. V článku jsou uvedeny odvolávky na autory teoretických závěrů a jsou vytvořeny závěry využitelné v praxi.

tribologie; tribotechnika; tření; opotřebení; částicová analýza; ferografie; feroenzimetrie

Tribologie konvenčních materiálů v dnešním pojetí techniky je vědou mladou a vědním oborem interdisciplinárního charakteru. Zabývá se problémy probíhajícími procesy tření, opotřebení, mazání a rozvíjí je jako vědu se širokým aplikačním využitím především v technické praxi. Zkoumá struktury a chování tribologických systémů. Cílem je uplatnit tribologické zákonitosti v konstrukci a provozu strojů, zajišťovat tím jejich provozuschopnost, zvyšování životnosti, výkonu spolehlivosti a optimalizaci pracovních podmínek kinematických dvojic strojních prvků nebo uzlů. Ekonomická hlediska podněcují rozvoj vědeckého zkoumání procesů tření a opotřebení, ovlivňují prostředky mazání a volbu vazebných materiálů.

Vědní obor tribologie je oborem hlubokého poznání široké škály přírodních, technických a technologických vědních oborů. Jednou z nejdůležitějších oblastí tribologie je tribotechnika, která se zabývá prostředky a postupy technického a ekonomického působení tření a opotřebení v oblasti konstrukce, výroby, montáže, provozu a údržby třecích míst. Hlavními součástmi tribotechniky jsou především technika mazání a technika ochrany proti opotřebení. Technikou mazání rozumíme oblasti zabývající se mazivy, mazacími zařízeními, technologiemi ke snížení tření. Technika ochrany proti opotřebení je oblastí zabývající se speciálními prostředky a postupy volby materiálů a změnami jejich vlastností za účelem snížit jejich opotřebení.

Tření a opotřebení je v přímé vazbě a vždy se vzájemně doprovázejí a jedno bez druhého vlastně nemůže existovat. Oba tyto jevy jsou právě tak častou příčinou poruch zařízení nebo nutnou podmínkou obměny součástí, jako je např. překročení mezních stavů pevnosti, koroze, stárnutí, chybná výroba, morální stárnutí apod.

Opotřebení je vždy průvodním jevem interakce částic a každá interakce dvojice při vzájemném pohybu je charakteristická třením.

Zvyšování odolnosti proti opotřebení strojů, strojních zařízení a strojních součástí je věnována stále větší pozornost. Opotřebení je zákonitým a nežádoucím jevem při exploataci, který se projevuje odstraňováním, přemísťováním a vznikem částic buď s povrchu opotřebovované součásti nebo z vnějších zdrojů. Podmínky, za kterých se součást opotřebovává, se mohou v průběhu procesu opotřebovávání měnit. Správné určení těchto podmínek je předpokladem pro to, aby byl přesně stanoven druh opotřebení.

Zkoumají-li se poruchy a prostoje různých strojních zařízení, zjišťuje se, že k nejčastějším příčinám patří jevy z oblasti tření a opotřebení. Podle některých pramenů se opotřebení podílí na prostojích až 90 % a 46 % poruch vzniká v důsledku nesprávného řešení třecích uzlů. Je tedy možné konstatovat, že problematika tření, opotřebení a mazání, včetně účelné diagnostiky, ve své komplexnosti pro dosahování optimální životnosti všech zařízení je nesmírně důležitá (P a n k r á c, 1981). Zde je třeba upřesnit, že do pojmu opotřebení je zahrnuto i poškození součástí — hovoříme tedy o znehodnocení, které má dvě základní kategorie: znehodnocení fyzické a znehodnocení ekonomické. Fyzické znehodnocení může být charakterizováno jako poškození (zpravidla vnějším zásahem, přetížením, špatnou údržbou, nevhodnou technologií apod.) nebo jako opotřebení, které je jevem zákonitým, a může určit, jak odpovídá provozním podmínkám. Ekonomické znehodnocení je ztráta funkčních vlastností — např. morálním zastaráním, stárnutím materiálu (plasty), ztrátou přesnosti apod.

Předmětem našeho zájmu je znehodnocení opotřebovaním třecích uzlů, proto se nebudeme zabývat degradací povrchu např. korozními účinky apod., ale základními druhy, jako je adhezivní, abrazivní, erozivní, kavitační a v jistých případech i únavové a vibrační opotřebení. Toto členění, resp. klasifikace podle ČSN 01 5050, vychází z převažujících příčin vzniku, i když není zcela vyčerpávající a pomíjí některé mikrojevy a procesy opotřebení z hlediska elementárního tření. Jedná se tedy o makromodel opotřebení, který je brán jako integrace elementárních procesů.

Pojetí mikroskopického opotřebení lépe odpovídá popisu pozorování elementárních procesů. Místní deformace (elastické, ale i plastické) vedou k dislokacím a ty ke vzniku trhlin, které jsou základem uvolňování materiálových zrn. Zvláště u struktury kovů je vidět výrazný vliv opotřebení na hranicích zrn, což zároveň odpovídá i velikosti částic opotřebení.

Pro diagnostiku je stále hlavním ukazatelem opotřebení množství uvolněného otěru, což je v praxi výhodné pro jednoduchost měření tohoto množství a možnosti klasifikace podle ČSN. Z hlediska spolehlivosti třecího uzlu bychom však měli brát v úvahu a zkoumat i morfologii částic a makroskopickou změnu tvaru součástí, a to v případě, že otěrové částice nevznikají. Například na bocích ozubených kol vzniká vlnitost vlivem posunů v povrchové vrstvě materiálů, přitom není narušen mazivový film, částice se neuvolňují, ale součást (ozubené kolo), je opotřebována a je nutné ji vyměnit, protože je zdrojem vibrací (B o h á č e k, 1983). Také nános materiálu ovlivní provozuschopnost třecích těles, protože se mění podmínky v třecím uzlu a lokální namáhání může narůst tak, že jsou překročeny prahové hodnoty a vzniknou trvalé změny materiálových vlastností.

Do jevů opotřebení patří trvalé změny velikosti, tvaru i materiálu. Objem povrchové vrstvy materiálu v oblasti opotřebení je obvykle menší než objemová hodnota součásti v oblasti tření (podpovrchové změny). Poměr velikosti objemu oblasti opotřebení k objemu oblasti tření je zaveden jako parametr opotřebení. Definice opotřebení se na rozdíl od tření vztahuje jen na materiálové a geometrické změny tuhých těles. Opotřebení je tedy trvalá změna tvaru a velikosti povrchové vrstvy pevného tělesa, vznikající vlivem tření.

Analogicky jako u elementárního tření můžeme rozlišit různé formy projevu opotřebení, které charakterizujeme ve dvou formách.

1. Forma změny tvaru tělesa a povrchové části:
 - deformace (změkčení, zpevnění);
 - oddělení (vytržení, odtavení, sublimace);
 - nanášení (přítavení, ionizace, připájení, přenášení).
2. Forma materiálových změn v povrchové části:
 - vnikání (absorpce, difúze);
 - uvolňování (adsorpce, letování);
 - koroze (tribooxidace, tribokoroze).

Součást	Projev	Základní mechanismus
Kluzná vedení	mělké opotřebení	odlupování, koroze
Písty, pístní kroužky, stěny válců	mělké opotřebení nebo srážení nerovností	adheze, difúze
Brzdy, spojky	silné opotřebení	adheze, difúze, abraze až stříh
Evolventní ozubení, vačky, zdviháky	<i>pitting</i> , srážení nerovností	únava nebo adheze, nebo difúze
Elektrické spínače	<i>pitting</i> , hluboké vrypy až vytrhávání	únava nebo elektrický oblouk, abraze až odřezávání
Komutátory, sběrače, ložiska, třecí převody	<i>pitting</i>	únava nebo elektrický oblouk
Železniční kola a kolejnice	silné opotřebení	adheze, difúze i abraze
Součásti při vibracích	lamelový otěr (vylupování)	únava
Hypoidní soukolí	povrchové srážení nerovností	difúze nebo adheze

Náročnost na přesnost určení vstupních parametrů, správný odhad předpokladů a užití přiměřené výpočetní metody je předpokladem pro přesné kvantitativní a kvalitativní stanovení opotřebení. K tomuto účelu slouží velké množství teorií, které jsou uvedeny v literatuře (Bowden a Tabor, 1954, 1965; Kragelskij, 1963; Kragelskij a Vinogradova, 1963; Kragelskij aj., 1977; Kragelskij a Alisin, 1978; Vogel a Dufek, 1982). Ze všech známých teorií vyplývá, že opotřebení může mít mnoho forem jak ve svém vzniku, tak ve vysvětlení, ale i ve způsobu popisu. Je tedy nereálné vytvořit jednotnou, všezahrnující teorii, která by přesně formulovala mechanismus opotřebení u strojních prvků, se kterými se setkáváme ve strojnické praxi. Z toho vyplývá, že prvotní zájem musí být o klasifikaci otěrové částice. Z její morfologie a poškození povrchu součástí můžeme usuzovat na způsob vzniku a potom určit vhodný matematický model pro vyjádření, případně sledování. V tab. I jsou seřazeny některé typické strojní součásti a k nim je přiřazen možný typický způsob opotřebení, který potom charakterizuje i druh částic (jejich morfologii).

Toto první přiblížení k identifikaci základních forem opotřebení je bezpodmínečně nutné pro další krok, tj. upřesnění částicové tribologie identifikace částic, jejich morfologie, kvantifikace, ale i pro jejich kvalitativní posouzení.

Velmi zajímavý přístup k vytváření částic z pohledu adhezivní teorie (Bowden a Tabor, 1965) přinesli Sasada a Norse (1975) a Barwell (1983).

Základem teorií je klasická teorie adheze s vytvářením svarových můstků při styku vrcholů nerovností povrchů ustíhováním „svarů“ nebo vrcholů povrchových výstupků (zbytek po drsnosti povrchu). Tyto transferové elementy jsou vlastně složeny z obou materiálů a vznikají tak, že uvolněná částice z jednoho materiálu se dostane do nerovností prohlubně druhé součásti, kde se působením tlaku v třecím uzlu vtěšňuje do povrchu. Současně se tvoří nová povrchová mikronerovnost (vliv deformaci), která je zdrojem vzniku dalšího svarového můstku. Po ustížení můstku se do mezoprostoru (mazacího média) uvolní kvalitativně nová částice, složená z materiálů obou stykových součástí — transferový element. Experimenty (Sasada a Norse, 1975) byla na některých kombinacích čistých kovů prokázána schopnost slévat nebo rozpouštět se, a tím vytvářet kombinace slitin. Experimenty byly provedeny na kovech Cu/Ni a Ag/Fe. Při materiálech Cu/Ni byl zaznamenán větší podíl vzájemné rozpustnosti u transferových elementů.

Dalším typem částic, které se také podílejí na druhotném abrazivním (popř. erozivním) opotřebení, jsou částice vznikající „odřezáváním“ nebo „vytrháváním“. Takovéto částice vznikají v třecím uzlu, kde dochází ke styku dvou materiálů, z nichž tvrdší má i hrubší strukturu povrchu.

Některé experimenty potvrzují vznik částic tohoto typu na stacionární desce s rotujícím diskem při konstantním zatížení a proměnné rychlosti (Odi-Owei a Price, 1976).

Částice únavové, popřípadě zlomkové, mají mechanismus vzniku poněkud jiný než v případě deliminační teorie opotřebení. V tomto případě dochází ke vzniku částic překročením meze únavy v mikrostruktuře povrchu. Částice mají většinou lamelový charakter a na povrchu součásti se projevují *pitting*. Vznik částic je podmíněn únavovými mikrotrhlinami, které se vlivem deformací, únavy materiálu a spolupůsobením tlaku mazacího média podpovrchově rozvíjejí a rozšiřují, až se odloupne lamelová částice. Ta se dostává do meziprostoru v třecím uzlu a může být odnášena proudícím mazacím médiem. V toku maziva se stává tato částice zdrojem erozivního opotřebení, které je úměrné rychlosti průtoku mazacího média.

VÝSLEDKY

Experimentálně bylo zjištěno, že hodnocení částic opotřebení pro praktické použití vyžaduje komplexní přístup, a proto byla na základě vlastních měření sestavena tabulka pro hodnocení režimu opotřebení (Kovář a Otto, 1979; Kovář a Novotný, 1983; Novotný, 1982, 1983; Novotný a Růžička, 1983).

Na základě znalostí teorie tření a opotřebení, vzniku a morfologie otěrových částic je možné teoretické závěry aplikovat na praktické využití. Jde v zásadě o to, aby bylo možné podle předchozích znalostí tribologie a při dokonalé znalosti stroje a jeho exploatace diagnostikovat jeho stav přímo v provozu s co možná nejmenším časovým prodloužením. Z toho pohledu je možné rozdělit úkol na tři části:

- koncepce tribotechnické diagnostiky,
- model tribotechnických služeb,
- projekt tribotechnické laboratoře — centra.

Dříve se technická diagnostika zužovala na „olejovou diagnostiku“, jejímž hlavním cílem bylo posoudit stav samotného maziva, určit jeho životnost, stanovit znečištění látkami primárními a sekundárními a posoudit nalezené hodnoty opotřebovaného oleje s limitními hodnotami pro dané provozní podmínky. Teprve když se rozšířily spektrální metody a zpřístupnily spektrální přístroje pro analytickou analýzu, začali uživatelé strojů dodávat informace týkající se i stavu opotřebení stroje. U nás byla a dosud je na úrovni tribotechnické provozní diagnostiky používána ještě jedna metoda sledující přítomnost kovového otěru v oleji. Je to metoda RAMO (rychlá analýza motorových olejů), která vychází ze selektivní kvantitativní extrakce kovů z oleje do vodního roztoku a kalorimetrického určení jednotlivých kovů vizuálním srovnáním se standardy.

Jak je všeobecně známé, je metoda spektrální analýzy, i když je zatížena metodickými chybami při určování hladiny jednotlivých otěrových kovů, dodnes nejpoužívanější. Náš výzkum se zaměřil na problematiku otěrových částic — tj. toho, „co stroj dává oleji“. Byla zjišťována morfologie, velikost a počet otěrových částic v jednotce objemu oleje. Popud k tomuto zjišťování daly exploatované hydraulické oleje a zjišťování celkových nečistot v nich a jejich diferenciace (Kovář a Otto, 1979). Fotometrické ani gravimetrické metody nebyly vhodné pro tak málo znečištěné oleje a navíc nebyly schopny rozlišit příčinu poruchy hydromotorů, které i při malém zvýšení celkových nečistot nastaly. Tím začala orientace na mikroskopické metody vyšetření velikosti, morfologie a počtu částic.

Ze začátku se používala kombinace Bürkerovy komůrky, mikroskopu a speciální snímací kamery, která obraz z mikroskopu promítala na obrazovku, kde byly pracně počítány částice, proměřována jejich velikost a rozlišován tvar a původ částic. Značnou nevýhodou uvedených studií byla jejich pracnost a dlouhá doba trvání jedné analýzy. Rovněž nepřesnost této metody při určování lineárních rozměrů částic, dále manipulační a náhodilé chyby použité aparatury znemožňovaly další studium touto cestou.

Dalším krokem k rozvoji znalostí částicové analýzy bylo použití přístroje založeného na přesném zpracování informací a obrazů s použitím elektronických, optických, televizních prvků a výpočetní techniky s automatickou analýzou snímaného obrazu — byl to automatický analyzátor tvarů částic OMNICON FASII. Tento přístroj umožňuje analýzu obrazu snímaného buď z běžného mikroskopu nebo z elektronového mikroskopu. Použití jazyka FORTRAN nebo BASIC dovoluje vytvořit vlastní rozborové postupy a speciální zaměření na konkrétní podmínky.

Za podmínek bezdemontážní tribotechnické diagnostiky zaujímá částicová analýza dominantní postavení. Opírá se o základní poznatky z teorie tření a opotřebení (Wescott, 1977; Novotný, 1982; Kovář a Novotný, 1983; Novotný a Matějková, 1984):

1. Každá třecí dvojice v konstrukčním uzlu, bez ohledu na to, o jaký typ tření a opotřebení se jedná, produkuje ořetrové částice zcela určitého tvaru, velikosti a charakteru — jedná se tedy o morfologické znaky.

2. Se změnou velikosti částic se změní i jejich charakter, a tím dochází ke změnám v morfologii částic. Vlivem dlouhodobého provozu se mění poměr mezi částicemi malými a velkými (velkými částicemi rozumíme částice o velikosti nad 15 μm , malými s rozměry pod 2 μm).

3. Nestačí pouze kvalifikovat částice, jak bylo naznačeno v tab. II, ale vyplývá nutnost kvantifikování morfologického charakteru, a to buď procentuálním vyjádřením, nebo indexem intenzity opotřebení.

Tribotechnická diagnostika nemůže být založena pouze na jedné metodě, byť by byla sebemodernější a nejprogresivnější. Byl již vypracován

II. Hodnocení opotřebení podle částic — Evaluation of wear according to the particles

Třída	Popis částice	Intenzita opotřebení I_{10}	Charakteristika opotřebení
I.	šupinky tvoří řetízky o velikosti do 5 μm a tloušťce 0,2 až 0,7 μm	0—10	nepatrné až nulové
II.	lupínkový tvar adhezivního původu s kovovým leskem do velikosti 15 μm	10—100	velmi malé
III.	lamelární kovově lesklé částice o velikosti do 150 μm	100—500	malé až střední
IV.	Velké, nelesknoucí se částice, červené až černé, o velikosti do 150 μm	500—1000	střední až velké
V.	velké částice nepravidelného tvaru, nelesklé, tmavě červené až černé, o velikosti do 150 μm	1000—2000	velké až mezní
VI.	třírozměrné částice kovově lesklé s nádechem do hněda a o velikosti nad 150 μm , s ostrými hranami	nad 2000	mezní až havarijní

systém testů postihujících stav exploatovaného mazacího média, stav opotřebení součástí, ale vycházející i ze znalosti ošetření, údržby a provozu strojního zařízení [Kovář a Otto, 1979; Kovář a Novotný, 1983; Novotný, 1983].

Experimentálně je ověřována diagnostika dvoustupňová, která nejlépe vyhovuje podmínkám zemědělské výroby. Prvním stupněm je provozní tribotechnická diagnostika. Její náplní je odběr vzorku mazacího média za provozního nasazení stroje a zjištění základních parametrů opotřebení média („olejářské testy“) a některých základních charakteristických znaků stavu součástí podle subjektivního posouzení technika. Druhý stupeň představuje speciální laboratorní tribotechnickou diagnostiku, při níž se již zjišťuje kvantitativní i kvalitativní rozložení „příměsí“ mazacího média — tedy „co přidalo okolí a co stroj“. Zjišťuje se hladina opotřebení a je možné stanovit index intenzity opotřebení. Při speciálním vybavení laboratoře elektronovým mikroskopem se sondou s x-paprsky při dobré znalosti konstrukce zařízení může stanovit i konkrétní součást, popřípadě i místo zdroje vzniku otěrových částic.

Z každé třetí dvojice se během provozu nebo zatěžování dostává do mazacího média určité množství otěrových částic. Toto množství je velice variabilní podle typu stroje, závislosti na stavu opotřebení a etapě provozního života stroje apod. Tyto otěrové částice je možné s výhodou zachycovat, sledovat a vyhodnocovat na ferografické stopě, kterou lze získat pro monitorování částic moderní feromagnetickou metodou. Typické kovové částice, které vznikají, můžeme třídit do charakteristických skupin sledování:

- způsob vzniku otěru (adhezivní, abrazivní, erozivní, korozní apod.),
- vliv materiálu (železné kovy, neželezné kovy, ostatní anorganické látky, organické látky apod.),
- stupeň opotřebení (záběhové, provozní, předhavarijní, katastrofické apod.),
- tvar otěrových částic (sférické, laminární, prostorové apod.).

Na základě morfologie a třídění jsme schopni vyčíst z feromagnetické stopy v dostatečném předstihu nástup změny charakteru opotřebení. Tím je možné předvídat případné nebezpečí poruchy a stanovit s dostatečnou přesností další režim provozu [Barwell, 1983; Kovář a Novotný, 1983; Novotný a Matějková, 1984].

Množství a velikost částic tvoří základní veličiny pro vyjádření průběhu režimu opotřebení od normálního až po katastrofické. Ferografická analýza zahrnuje dvě základní techniky objektivního vyhodnocování: feroskopii a ferodenzimetrii.

Při feroskopii se zjišťují morfologické vlastnosti otěrových částic uložených ve ferogramu. Zjišťuje se tvar a velikost částic v místech vytrídění na ferografické stopě.

Ferodenzimetrie využívá fotometrického hodnocení ferografické stopy. Vlastně se měří hodnota světelné propustnosti, početně se převádí na absorbanci, tj. denzitu. Z hodnoty denzity získáme pomocí grafu procento plochy ferografické stopy v místech pokrytých částicemi podle morfologického třídění. Takto získané hodnoty se dosazují do vzorce pro výpočet indexu intenzity opotřebení.

Ferografie poskytuje možnost určit přesně období, kdy stroj nebo důležitá strojní skupina vstupuje do nebezpečného období narůstajícího mezního opotřebení. Je také nutné zdůraznit, že ferografie je jen jednou z účinných metod, a proto ji nelze považovat za univerzální. Při použití ferografické diagnostiky musíme vždy vycházet z komplexního pohledu a plně respektovat režim provozu, stav médií, vliv údržby a obsluhy. Potom nám ferografie může sloužit jako ucelený pohled na skutečný stav zařízení. Z výsledků je možné činit závěry, které ve svém důsledku podstatně ovlivní ekonomiku provozu převodovek, hydraulických systémů a spalovacích motorů.

Provozní tribotechnická diagnostika je ve své podstatě komplexně pojatá částicová analýza používající vlastní přístrojové techniky a umožňující racionálně rozhodovat v oblasti sledování provozní spolehlivosti strojů. Umožňuje účelně plánovat údržbu, posuzovat stav opotřebení, plánovat vyšší stupně oprav a předpovídat případné havarijní stavy. Tento typ diagnostiky dává i odpověď na vhodnost použitého oleje pro daný typ zařízení a provozní podmínky. Dává podklad pro objektivní nárokování náhradních dílů a vytypování snadno opotřebitelných dílů, čímž je vytvořena zpětná vazba na konstrukci ve velmi rychlém časovém intervalu. Zavedení této diagnostiky prokázalo nižší náklady na opravy strojů a značnou úsporu olejů i pohonných hmot.

Na základě provedených experimentů, a to jak laboratorních, tak i provozních (např. v ZZN Mělník, OP SS K. Vary apod.), bylo ferografickou analýzou částic dosaženo průkazných diagnostických výsledků. Pro snadnější užití této metody v praxi byl zpracován katalog otěrových částic, byly stanoveny charakteristiky částic i stavu opotřebení, včetně indexu intenzity opotřebení pro jednotlivé typy a velikosti (tab. I) a k nim přiřazené typy a příčiny opotřebení (tab. II).

Evidentním přínosem je bezdemontažní pohled na stav opotřebení strojní skupiny nebo i celého stroje a v případě soustavného sledování i v „historickém pohledu“ spolehlivá prognostika vzniku možných havárií. Přihlédneme-li k současnému stavu a rozvoji výpočetní techniky a jejího využívání v zemědělských závodech, objevuje se nový směr využití pro řízení a sledování stavu strojů z hlediska opotřebení: stanovit vývojový diagram a skutečnou Stribeckovu křivku. Pro běžně používané mikropočítače je celý postup vhodný pro využití některého z expertních systémů, proponovaného pro mobilní hnací stroje.

Literatura

- BARWELL, F. T.: The contribution of particle analysis to the study of wear of metals. Wear. 90. Oxford, Elsevier Sequis 1983, s. 26.
BOHÁČEK, F. et al.: Části a mechanismy strojů. [Skriptum.] Brno, VÚT 1983, s. 48-82.
BOWDEN, E. P. — TABOR, D.: The friction and lubrication of solids. Oxford, University Press 1954.
BOWDEN, F. P. — TABOR, D.: The friction and wear of surface. Oxford, Pergamon Press 1965.
ČSN 01 5050. Opotřebení materiálu. Názvosloví. 1969.
KOVÁŘ, J. — NOVOTNÝ, V.: Ferografija v selskochozajstvenoj technice. Moskva, IMEKO 1983, s. 17.
KOVÁŘ, J. — OTTO, K.: Tribotechnická diagnostika hydraulických kapalin a její využití. Praha, DT ČSVTS 1979, s. 230-247.
KRAGELSKIJ, I. V.: Friction and wear. London, Pergamon Press 1963.

- KRAGELSKIJ, I. V. — ALISIN, I. V.: Trenije, iznošivanije i smarka. Spravočnik, kn. 1, 2. Moskva, Mašinstrojenje 1978. 326 s.
- KRAGELSKIJ, I. V. — VINOGRADOVA, I. E.: Koeficienty trenija. Moskva, Mašinstrojenje 1963.
- KRAGELSKIJ, I. V. — DOBYTČIN, M. N. — KOMBALOV, V. S.: Osnovy rasčetrov na trenije i iznos. Moskva, Mašinstrojenje 1977, s. 47-64.
- NOVOTNÝ, V.: The diagnostic methods and possible applications of ferrography to agriculture. Adv. Ferrography (Swansea), 1982, s. 412-420.
- NOVOTNÝ, V.: Tribological aspects of agricultural materials. Wear, 88, 1983, č. 2, s. 245-251.
- NOVOTNÝ, V. — MATĚJKOVÁ, Z.: Částicová analýza v diagnostice převodovek. In: Sbor. Symp. VÚKPS, Pečky, 1984, s. 3.
- NOVOTNÝ, V. — RŮŽIČKA, M.: Bezmontážní diagnostika v zemědělské technice. In: Konf. ČSVTS Širava, 1983, s. 8.
- ODI-OWEI, S. — PRICE, A. L.: An assessment of quantiment as an aid in the analysis of wear debris in ferrography. Wear, 40, 1976, s. 237-253.
- PANKRÁC, M.: Obecné problémy opotřebení zemědělské techniky a jejich řešení v etapách výzkumu, výroby a užití. In: Sbor. ČSVTS, Praha, 1981, s. 66.
- SASADA, T. — NORSE, S.: The formation and growth of wear particles through mutual material transfer. Int. Lubr. Conf., Tokyo 1975.
- VOCEL, M. — DUFEK, V.: Tření a opotřebení strojních součástí. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1982. 286 s.
- WESCOTT, V. C.: Ferrographic analysis. Naval Res. Rev., 1-8, Washington, 1977, s. 80.

Došlo dne 13. 7. 1987

НОВОТНЫЙ, В. — НОВОТНА, Э. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Трибологическая диагностика. Земед. Techn., 34, 1988 (4) : 241-248.

На основе теории изнашивания и его видов мы классифицировали истирание. Разработали каталог истираемых частей и определили типические детали, проявление износа и основной механизм истирания. С этими данными сопряжена оценка частиц износа по индексу интенсивности износа. Ссылками на авторов теоретических выводов приводятся применимые на практике выводы.

трибология; триботехника; трение; износ; анализ частиц; ферография; ферродензиметрия

NOVOTNÝ, V. — NOVOTNÁ, E. (University of Agriculture, Praha): *Tribological Diagnosis*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (4) : 241-248.

Knowing the theories of wear and the kinds of wear, abrasive wear was classified in the study. A catalogue of wear particles was worked out and the typical parts were identified, the manifestations of wear and the major mechanism of abrasive wear were determined. These determinations are followed by an evaluation of the wear particles according to the wear intensity index. The paper includes references to papers by wear theoreticians and conclusions applicable to practice.

tribology; tribotechnology; friction; wear; particle analysis; ferrography; ferrodensimetry

NOVOTNÝ, V. — NOVOTNÁ, E. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Tribologische Diagnostik*. Zeméd. Techn., 34, 1988 (4) : 241-248.

Aufgrund der Kenntnis der Verschleißtheorie und der einzelnen Verschleißarten klassifizierten wir den Abrieb. Wir bearbeiteten einen Katalog der Abriebelemente und legten die typischen Bestandteile, die Verschleißsymptome und den grundlegenden Abriebmechanismus fest. An diese charakteristischen Angaben schließt die Bewertung der Verschleißteile entsprechend dem Index der Verschleißintensität an. Die vorliegende Arbeit beinhaltet Hinweise auf Autoren der theoretischen Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis.

Tribologie; Tribotechnik; Reiben; Verschleiß; Teilchenanalyse; Ferrographie; Ferrodensimetrie

Adresa autorů:

Prof. ing. Vladimír Novotný, DrSc., ing. E. Novotná, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

PRODUKTIKA V ZEMĚDĚLSTVÍ USA

Středisko perspektiv a hodnocení vědeckotechnických úkolů francouzského ministerstva výzkumu a vysokého školství uveřejnilo studii věnovanou současnému stavu řešení a výhledu užití produktiky v zemědělství USA. Tato významná studie si zasluhuje, abychom se seznámili s jejími základními myšlenkami, formulovanými Státním technickým ústavem francouzského ministerstva zemědělství CEMAGREF v Antony u Paříže (Carillon, 1987).

Produktikou rozumíme zcela nový vědeckotechnický obor, který na základě nejširšího komplexu rozličných údajů optimalizuje nejrůznější technické, výrobní, provozní, řídicí a jiné obdobné děje nebo ucelené systémy. Využívá k tomu nejnovějších poznatků elektroniky, výpočetní techniky a robotiky.

V anglosaském světě se pro produktiku užívá spíše názvu Advanced Manufacturing nebo High Technology. Francouzský výraz — la productique — si však razí cestu i do jiných jazyků. Postupně jej přijala italština, španělština a portugalština. Kromě toho se začíná objevovat v angličtině, němčině i — v češtině.

Francouzští technici chápou pod slovem la productique (produktika) „... celkové spektrum strojů, přístrojů a zařízení, v některých případech i metodu s informací, umožňující zavedení automatické a pružné výroby...“; představuje tedy novou generaci inženýrských služeb a technických prostředků, která se objevila v nejvyspělejších průmyslových zemích v 80. letech. Zatím dosáhla nestejného vývojového stadia, ale její rozvoj bude urychleně postupovat v dalších letech.

Obsah slova produktika se pojmově naplňuje a ještě stále vyvíjí. Slovní forma zatím přešla svůj obsah. Vývoj tohoto obsahu je zřejmě odrazem nejen pohybu věcných poměrů, ale i průmyslových zájmů. Lze očekávat, že se bude dále rozšiřovat, že v něm budou nabývat na významu nové pokrokové tendence a že se bude hlouběji integrovat. Na otázku, proč produktiku potřebujeme, lze výstižně odpovědět, že „... je to soudobý tlak na výrobu, snaha přiblížit vady výrobků, prodávky výroby, rozpracovanost, zásoby, sklady, k nule“. To právě umožňuje spojení informatiky s automatizací výroby (Jirásek, 1987).

Produktika v zemědělství zahrnuje různé úrovně — od prosté aplikace metod řízení mechanismů nebo báze údajů využívajících mikroelektroniku až po automatizované pracovní operace a roboty. Uvedená studie francouzského ministerského střediska zdůrazňuje tři zvláštní faktory využití produktiky v zemědělství:

- rozmanitost jejího použití,
- její vazby na zemědělské prostředí a jeho okolí (průmyslové nebo finanční), které brzdí nebo naopak urychluje její šíření,
- její nutné vztahy k zemědělské technice jako celku.

Úkolem francouzské studie bylo ukázat, že objevení a pozdější rozšíření této oblasti, která mj. znovu vyvolává otázku organizace zemědělské výroby, je výsledkem více méně protichůdných vztahů, které se v této výrobě odehrávají.

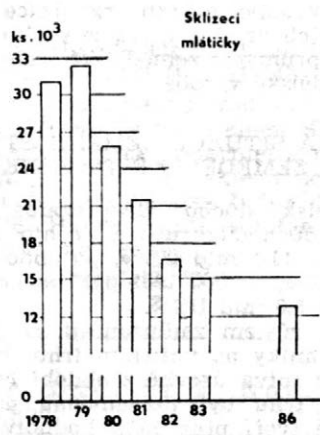
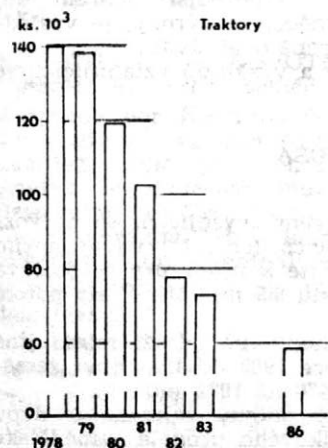
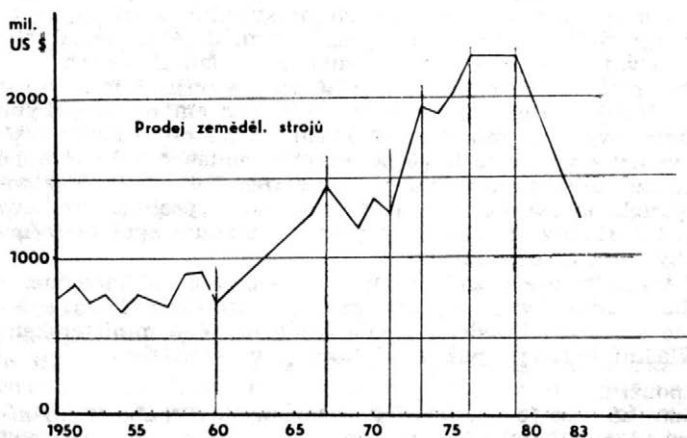
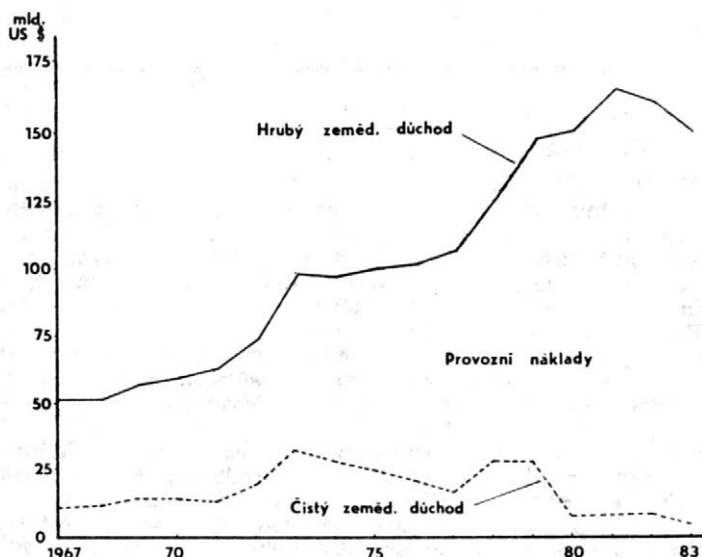
Pozorování se týkala průmyslu zemědělské techniky a výzkumů vztahujících se k užití produktiky v zemědělské výrobě.

SOUČASNÁ EKONOMICKÁ SITUACE ZEMĚDĚLSTVÍ USA A JEJÍ VLIV NA ODBYT ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

I když hrubý zemědělský důchod USA stoupá, vlivem zvyšujících se provozních nákladů klesá čistý důchod zhruba v těchto relacích (obr. 1): ve výchozím roce 1967 dosahoval úrovně 11,1 mld US \$, po období jisté konjunktury se dostává v roce 1980 na 8,2 mld US \$, v roce 1982 pak na hodnotu 8,5 mld US \$, ale potom již po roce rychle klesá na 5,0 mld US \$.

Tato situace, spolu s růstem zadluženosti, se pochopitelně odráží mimo jiné i v obdoby zemědělské techniky na vnitřním trhu. V roce 1983 dosáhl obdoby zemědělské techniky jako celku sotva úrovně z období let 1970 až 1972 (obr. 2).

Na severoamerickém trhu byl zaznamenán pokles obdoby zejména u dvou rozhodujících strojů, které tvoří přes 50 % hodnoty celkového prodeje zemědělské



3. Prodej traktorů a sklizecí mlátiček v USA v letech 1978 až 1986 (Carillon, 1987)

techniky, a to u traktorů a sklízecích mlátiček. V počtu ročně prodaných kusů se dostaly traktory ze 140 000 kusů v roce 1979 na necelých 60 000 kusů v roce 1986; sklízecí mlátičky z 32 000 kusů v roce 1979 na necelých 13 000 kusů v roce 1986 (obr. 3) (Carillon, 1987).

Pokles odbytu zemědělské techniky, i když nikoliv v tak velkém rozsahu, se dnes objevuje i na západoevropském trhu (Strouhal, 1988).

Tyto skutečnosti bohužel dnes nevytvářejí v oblasti produktiky příznivý prostor pro její užití v zemědělství.

MECHANIZACE VÝROBY A UŽITÍ PRODUKTIKY V ZEMĚDĚLSTVÍ

Jedná se o čtyři zjištěné výchozí faktory:

— odbytové těžkosti zemědělských produktů v průmyslově nejvyspělejších státech přispívají ke změnám v zemědělské technice a v pracovních postupech, které směřují k nové intenzifikaci a k mnohem pevnější gesci výrobních činitelů; produktika se tak stává jedním z prostředků zvyšování intenzifikace a produktivity zemědělské výroby,

— robotika se v zemědělství uplatňuje velmi pomalu a zatím nepřesvědčivě pouze v intenzivních výrobních systémech,

I. Význam produktiky zemědělství USA (Carillon, 1987)

Stroje	Systém, resp. snímače	Užití
Stabilní víceúčelový systém	kolejový portál	zpracování půdy, obdělávání během vegetace, sklizeň
Mobilní víceúčelový systém	infračervené záření, ultrazvuk nebo radar	} zpracování půdy, obdělávání během vegetace, sklizeň na poli i v sadech, lesní těžba
Traktor nebo samojízdný podvozek	kloubový senzor infračervené záření nebo ultrazvuk laser optický systém kamera radiové řízení kabelové vedení	
Sklízecí mlátička, sklízecí řezačka	kamera senzor ultrazvukový radar	} obiloviny, píce
Sklízeče pro speciální plodiny	kabel senzor kamera	
Postřikovače	kamera infračervené záření	řepka tabák, žampiony, chřest vinice, sady
Závlahy	potrubí kamera kabelové vedení	vinice, sady hlavní plodiny pole sady pole

— automatizace a robotika v zemědělství jsou limitované stupněm technického vývoje a průmyslovou realitou,

— teoreticky jsou možnosti užití produktiky v zemědělství velmi široké: zabudovaná elektronika, automatizované systémy řízení, perspektivně pak zemědělské roboty.

Zabudovaná, resp. vestavěná elektronika pouze racionalizuje mechanizaci zemědělské výroby. Automatizace může přinést i určité omezení mechanizace, protože vede k hlubokým změnám v technice a v odpovídajícím vybavení směrem k zjednodušení, racionalizaci a v každém případě ke změně výrobních postupů. Robotika imituje lidskou práci a může být srovnatelná s novou generací výrobní techniky.

Stav výzkumu produktiky zemědělství v USA je uveden v tab. I.

PRODUKTIKA V ZEMĚDĚLSTVÍ USA

V USA je užití vestavěné elektroniky závislé na velkých vývojových podnicích, ovlivněných v současné době prudkým poklesem čistého zemědělského důchodu. Výrobci strojů, kteří dnes využívají své výrobní kapacity pouze na 20 až 50 %, jsou v těžkém postavení. Jedni vycházejí ze snížení cen půdy, které poklesly v období let 1980 až 1985 o 25 %, a očekávají koncentraci zemědělských podniků, která by přinesla novou vlnu rozvoje mechanizace zemědělství. Druzí se domnívají, že koncentrace naopak povede ke zvážení vhodnosti současného modelu mechanizace vytvořeného v letech prudkého ekonomického růstu zemědělské výroby.

Obě skupiny se však shodují na konjunktuře takové zemědělské techniky, která bude lépe řešit a kontrolovat erozi, znečištění prostředí, kvalitu výrobků a náklady vedlejších spotřeb, což by mělo v mnoha případech podporovat i rozvoj užití elektroniky.

Užitá elektronika se totiž ve Spojených státech vyvíjela jen velmi pomalu, zejména u tradičních velkých výrobců strojů, málo nakloněných k inovaci, na rozdíl od nových podniků o menší až střední velikosti, které jsou však zpravidla jen subdodavateli velkých výrobců.

Na rozdíl od Evropy nejsou proto ve Spojených státech vidět v užití elektronice radikální změny spojené s tradiční zemědělskou technikou. Takový rozvoj se naopak projevuje v Evropě, a to dokonce i u evropských filiálek velkých severoamerických firem [např. Massey-Ferguson se svými traktory řady 300 s elektronickým kontrolním a řídicím systémem AUTOTRONIC, který na Světové výstavě zemědělské techniky v Paříži v roce 1987 (Sima '87) získal zlatou medaili (Strouhal, 1988)].

Nicméně u některých specializovaných pracovních operací se užitá elektronika v USA rychle rozšířila. Jedná se zejména o techniku pro sklizeň, drenážování, nivelizaci, úpravy, třídění, závlahy apod.

Sledujeme-li aplikaci užití elektroniky v USA, můžeme tato pozorování schematicky sestavit do tab. II.

Monitory, přístroje, které po měření a vyhodnocení výsledků řídí i jednoduché operace, užívají různé firmy, ale zpravidla mimo odvětví zemědělské techniky. Zde se mají na mysli zejména výrobky MOTOROLA a DICKEY JOHN. Jim konkurují i malé kalifornské podniky. Užití této techniky v zemědělských strojích je jen u špičkových strojů.

Nadnárodní koncerny pro výrobu zemědělské techniky čekají se svými inovacemi na obnovení trhu, který očekávají v letech 1988 až 1989. Komplexnost vzájemných vazeb těchto nadnárodních koncernů do jisté míry brzdí technické změny. Podniky na evropské úrovni jsou právě z tohoto hlediska daleko pružnější.

Je také třeba poznamenat, že velké severoamerické společnosti mají dnes k dispozici pružný zdroj pracovních sil a že se touto pružností přizpůsobují výkyvům v odbytů.

Přes tyto zkušenosti probíhají, zejména v univerzitních centrech, výzkumné práce v oblasti produktiky s nezměněnou intenzitou.

U traktorů se výzkumné práce zaměřují hlavně na optimalizaci řešení převodů ve vztahu ke skutečné rychlosti vzhledem k podložce (měřenou radarem nebo tzv. pátým kolem) a k zatížení motoru. Na tomto tématu pracuje mnoho kolektivů, které již podaly i různé patenty. Jde například o kolektiv pracující na Purdue University, Kansas State University, USDA, Stoneville MS.

Další práce jsou zaměřeny na vývoj tříbodového hydraulického závěsu, na ovládání přední nápravy a náhonu pro pohon zemědělských strojů.

Funkce	Stroje a zařízení	Aplikace
Sběr a uložení informací, indikace havárie	traktory a samojízdné stroje (sklízecí mlátičky, sklízecí řezačky, sklízecí hroznů) apod. sklízecí (sklízecí mlátičky, sklízecí řezačky apod.) stroje na zpracování půdy secí stroje, aplikátory hnojiv a přípravků pro ochranu rostlin dopravní a manipulační zařízení	rychlost pohybu skutečná rychlost ve vztahu k podložce rychlosti pohybujících se strojních skupin tlak oleje a v pneumatikách teplota vody výše prokluzu nápravový tlak okamžitý odebraný výkon průměrná a okamžitá spotřeba energie sklizňové ztráty výnos na pozemku anebo na jednotku plochy hloubka zpracování půdy okamžitý průtok dávka vztažená na pozemek nebo na jednotku plochy hmotnost nákladu vozidel stav naplnění korby vozidel nebo zásobníků
Samočinná regulace	traktory sklízecí mlátičky secí stroje, aplikátory hnojiv a postřiků stroje na zpracování půdy sázecí stroje sklízecí stroje na brambory a mrkev sklízecí řezačky sběrací lisy	výběr optimálního převodového stupně v převodovce, uzávěrka diferenciálu, počet otáček náhonu pro pohon strojů, počet otáček rotujících uzlů, hydraulické zvedání nářadí řízení, udržování (žacího stolu, výmlatových orgánů) v horizontální poloze, stupeň pohybu rotujících uzlů stroje regulace průtoku v závislosti na skutečné rychlosti pohybu regulace hloubky zpracování korekce směru pohybu korekce směru pohybu zjišťování a odstranění kovových předmětů zjišťování a odstranění kovových předmětů
Automatizace opakujících se funkcí	sazeče brambor sběrací lisy	vytyčení dráhy, uložení hlíz, zahrnutí automatické vázání balíků

U sklízecích mlátiček a samojízdných řezaček můžeme pozorovat dvě oblasti aplikace samočinné regulace; na jedné straně to jsou pomocné systémy, které mají ulehčit řízení a ovládání. Tyto systémy používají snímače dráhy s korekcí v reálném čase tak, aby využití této techniky — např. při sklizni v noci nebo v obtížných terénních a klimatických podmínkách — bylo vyšší. Na druhé straně jde o zařízení pro optimalizaci výkonnosti sklizně (např. kontrola výšky sečení, samočinné řízení rychlosti práce ve vztahu k výši sklizňových ztrát apod.). Tyto práce se rozvíjejí v Purdue University a v Texas A & M University.

U traktorových přípojných strojů jsou výzkumné a vývojové práce zaměřeny na stanovení optimální hloubky prací při zpracování a kultivaci půdy a na automatizaci opakovaných funkcí při seti, sázení a sklizni apod. (Carillon, 1987).

Využití elektronického zařízení pro lepší řízení výroby sleduje především úsporu dalších komponentů; předpokládá takové užití zemědělské techniky, které je založeno na hluboké znalosti jednotlivých výrobních faktorů v zemědělství a jejich vzájemného působení.

Výzkumy v této oblasti se v roce 1986 v USA z různých důvodů zpomalily. Jde např. o určitý návrat k systému „dry farming“, tedy hospodaření bez závlah, zejména v těch severoamerických státech, ve kterých se dnes uplatňuje určitý podíl závlahového hospodářství. Důvodem je zejména nižší cena půdy na straně jedné a vyšší cena vody na straně druhé, dále konkurence mezi výrobou ve sklenicích a výrobou v podmínkách Floridy (využívá místních závlah), dále nižší ceny sóji a obilí, které se odrážejí ve snížené ceně krmiv, a konečně rozšíření extenzivních forem chovu hospodářských zvířat, zejména při výrobě masa.

Hlavní směry výzkumné vývojových prací jsou (Carillon, 1987):

- integrované systémy kontroly a dohledu nad stájem,
- kontrola využívající vložených údajů při krmení hospodářských zvířat, při pěstování plodin ve sklenicích, při závlahách apod.,
- rozšíření a aplikace původně vytvořených systémů pro místní závlahy na jiné techniky zavlažování.

EXPERTNÍ SYSTÉMY

Další oblastí výzkumu jsou tzv. expertní systémy; jedná se o oblast řešenou severoamerickými výzkumnými středisky, kde tyto systémy zahrnují informační programy vypracované pro zvýšení analytických, rozhodovacích a řešitelských kapacit. Jsou to zpravidla ucelené bloky programů, které zahrnují jeden nebo více modelů a údajovou základnu. Základním principem je kombinace objektivních číselných informací a nejistých subjektivních informací vyžadujících znalosti, zkušenosti a posouzení odborníkem (expertem). Na rozdíl od klasických metod programování založených na algoritmických a pravděpodobnostních modelech spočívá metoda těchto systémů především na dovednosti odborníka, formulované ve studii jako umění při určení dané situace. Tyto nové systémy jsou tedy přizpůsobeny rozhodovacím procesům, ve kterých empirismus hraje důležitou roli, což je zpravidla případ řízení zemědělských provozů, dále i výběr kultur, osevních postupů a jejich kombinací, výběr stáda v živočišné výrobě, výběr a sestava krmné dávky apod. Potencionální možnosti použití těchto systémů jsou velmi široké a velmi rozmanité.

Expertní systémy jsou počítačové systémy pro zpracování vědomostí, které mají ve vymezené vědní oblasti kompetenci experta a uskutečňují se v nich poradenské a řešitelské činnosti. Tyto vědomostní systémy jsou jednou z forem systémů podporujících rozhodování. Mají některé rysy společné s lidským intelektem; jsou v podstatě podмноžinou umělé inteligence, která se definuje jako široce založený výraz pro multidisciplinární výzkumné a vývojové aktivity směřující k pronikání lidského intelektu do strojů (Čámský, 1987).

Expertní systémy se vyznačují těmito hlavními rysy:

- zpravidla obsahují bázi znalostí, globální bázi faktů a inferenční (úsudkový) mechanismus,
- znalosti obsažené v bázi znalostí se týkají specifické, konkrétní problémové oblasti,
- báze znalostí bývá modulární a snadno modifikovatelná,
- komunikace s uživatelem je jednoduchá a lehce pochopitelná,
- systémy mají schopnost vysvětlit uživateli své závěry a způsob, jak se k nim dospělo.

Naplnit bázi znalostí potřebnými údaji se u expertů považuje spíše za „umění“, které ovládá úzká skupina specialistů v oblasti využití umělé inteligence, než za přirozený komunikační postup, který by byl přístupný širší uživatelské veřejnosti. To se projevuje již od okamžiku, kdy je třeba od příslušného experta získat jeho znalosti. Tento expert si často ani neuvědomuje, podle kterých pravidel či na základě jakého algoritmu konkrétní problém řeší. Zkušenosti z vývoje expertních

systémů ukazují, že získání znalostí je — a jistě ještě nějaký čas bude — úzkým profilem těchto systémů. Přitom některé znalosti sami experti považují za intuici.

Získání specifických expertních znalostí špičkových specialistů a jejich reprezentaci ve formě pravidel se věnuje značná pozornost. Výzkum této oblasti lze rozdělit v podstatě do tří základních směrů (Čámský, 1987):

- vývoj „inteligentních“ editorů, které usnadňují pořízení a modifikaci znalostí ve formě pravidel,
- vývoj speciálních komunikačních prostředků umožňujících formulaci pravidel,
- vývoj systémů indukujících pravidla z psaného textu, příkladů apod.

V oblasti aplikace vědeckovýzkumných poznatků se v současné době dává přednost specifickým systémům pomoci v rozhodování při stanovení diagnóz onemocnění rostlin a zvířat i při výběru prostředků pro léčení těchto onemocnění, dále při uplatnění komplexní strategie komercializace, při výběru optimální intenzifikace apod. Z dlouhodobého pohledu by se v budoucnosti mělo dojít k rozvoji integrovaných systémů komplexního řízení živočišné i rostlinné výroby. V dalším období se očekávají systémy zpětných vazeb, doplňující mechanismus analýza — rozhodování — aplikace, tedy spojující informační proces s jeho fyzickým provedením. Tato třetí generace bude generací tzv. inteligentních strojů.

Na tomto úseku se intenzivně pracuje na Purdue University a na univerzitě v Illinois (Urbana). Purdue University již rozvinula čtyři komerční systémy (Carillon, 1987):

- Grain Marketing Advisor — řízení výroby obilovin,
- Planter — výběr osevního postupu kukuřice — sója,
- Trouble Shooter — identifikace a analýza problémů při onemocnění zvířat či poruše strojů a zařízení,
- Research Program Evaluator — analýza účinků federální politiky v oblasti výzkumu a rozvoje při řízení osevních postupů apod.

Univerzita v Illinois rozvinula systém řízení a strategického plánování mléčných farem.

Expertní systémy, které již byly uvedeny na trh: EXPERT SYSTEMS (Philadelphia, Pennsylvania), EXSYS (Albuquerque, Nové Mexiko), KDS (Wilmette, Illinois), RADIANT (Austin, Texas), LEVEL FIVE RESEARCH (Melbourne Beach, Virginie), CALIFORNIA INTELLIGENCE (San Francisco), GENERAL RESEARCH (Mac Lean, Virginie), SOFTWARE A & E (Arlington, Virginie).

Ministerstvo zemědělství USA rozvinulo pro své účely systémy usnadňující rozhodování při pěstování obilovin, při ošetřování pesticidy (např. u podzemnice olejné, pomerančů apod.), při zavlažování erozivních zón apod. V roce 1986 bylo asi dvacet předních organizací vybaveno těmito expertními systémy pro řízení rostlinné výroby (Carillon, 1987).

ROBOTIKA

Robotika a její uplatnění v zemědělství je ve Spojených státech v současné době mimo hlavní pozornost; to se vysvětluje těmito důvody (Carillon, 1987):

- snížení úvěrů na výzkum pro laboratoře pracující v této oblasti,
- všeobecné zpomalení vědeckého pokroku, bezpochyby z ekonomických důvodů,
- vědomé utajování; zveřejnění je používáno jen tehdy, má-li se získat další veřejná pomoc.

Před rokem 1990 nelze v této oblasti očekávat širší užití; jestliže dřívější růst cen pracovní síly umožnil směřovat k robotům, pak současná snadnější možnost získat pracovní síly v zemědělství mění sociálně ekonomické prostředí v neprospěch efektivního uplatnění robotiky.

ZÁVĚR

I když je produktiva v nejširším slova smyslu shodně považována za rozhodující vklad do zemědělství roku 2000, zůstává její praktické využití v zemědělství USA zatím jen záležitostí výzkumu a vývoje. Automatizace a zejména robo-

tizace v zemědělské výrobě ještě nejsou součástí priorit, které by umožnily skutečné a rychlé technické i vědecké pokroky.

Kupředu jde zřejmě pouze umělá inteligence, protože pomáhá v rozhodování, které umožňuje snížit náklady a zvýšit zemědělský důchod.

Rozšíření elektroniky, automatizace a robotiky do zemědělství však zůstává nevyhnutelné, stejně jako tomu bylo a je v průmyslu.

Zapojení nadnárodních koncernů ukazuje, že vývoj v produktice je závislý na značném množství finančních prostředků, které mohou zajistit pouze tyto koncerny. Již v současné době mohou právě jen tyto koncerny aplikovat poznatky získané ve vojenských a vesmírných programech. Současná situace v této oblasti v USA ukazuje, že pouze ty podniky, které mají zajištěno přímé či nepřímé financování z resortu obrany nebo od NASA, mohou vyvinout zemědělské aplikace mikroelektroniky, informatiky a umělé inteligence. Pokroky ve výkonu, v přesnosti, ve spolehlivosti a v miniaturizaci, kterých bylo dosaženo např. v programu tzv. hvězdných válek u snímačů, laserů, měřicích zařízení, v integrovaných obvodech, u diodových kamer apod., by bylo vhodnější využít např. na zemědělské použití pro rostoucí počet operací — zpracování půdy, setí a sázení, ochranu rostlin, sklizeň a posklizňovou úpravu zejména u ovoce a zeleniny, ale i u obilovin, olejnin, okopanin, v chovu hospodářských zvířat, v lesním hospodářství, v chovu ryb apod. (Carillon, 1987).

Vycházíme-li z reálné skutečnosti, lze předpokládat, že i v nejbližších státech nastane plné využití produktiky v zemědělství až v dalších 15 až 20 letech, tedy na přelomu našeho tisíciletí; tím se myslí její praktické užití, nikoliv výzkum a vývoj, který dnes — jak bylo uvedeno — probíhá v USA v plném rozsahu. To tedy neznamená, že se při řešení produktiky pro československé podmínky jedná o vzdálené perspektivy. Naopak by bylo třeba se o produktiku zajímat u nás konkrétně již dnes. Poučením by nám měl být v nedávné minulosti u nás podceňený světový vývoj elektroniky a kybernetiky, kde bohužel stále nedosahujeme — právě vinou tohoto podcenění — požadované světové úrovně.

Literatura

- CARILLON, R.: La productique agricole aux USA. CEMAGREF, Bull. tech. Mach. Equip. agric., 1987, č. 15-16, s. 15-21.
ČÁMSKÝ, B.: Expertní systémy — předzvěst nové automatizační technologie. Elektronika, 1987, č. 2, s. 42-43.
JIRÁSEK, J.: Produktika je inteligentní. Elektronika, 1986, č. 1, s. 6-7.
STROUHAL, E.: Vývojové tendence a koncepce zemědělské techniky ve Francii. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 3, s. 165-176.

Došlo dne 9. 9. 1987

Adresa autora:

Ing. Emil Strouhal, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

INHALT

Bauer F.: Einfluss der Regelhydraulik auf den Brennstoffverbrauch und die Leistung der Pflugaggregate	201
Kovář R., Breš M.: Festlegung der Parameter der Störungsfreiheit der Traktoren ZETOR UŘ I aufgrund einer verkürzten Verfolgungsperiode	213
Trunečka K.: Laboratorbewertung der Düsen der zum Pflanzenschutz genutzten Spritzgeräte	226
Blahovec J.: Technologie der getrennten Ähren- und Strohernte bei Getreidearten	(E) 232
Labuda R.: Messungen der Verbrennungsmotoren mit Hilfe der Computer	240
Novotný V., Novotná E.: Tribologische Diagnostik	248

Rukopisy odevzdány k tisku 27. 12. 1987 — Podepsáno k tisku 1. 3. 1988

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1988

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.