

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

12

ROČNÍK 35 (LXII)
PRAHA
PROSINEC 1989
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
VĚD
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Ďuriš, 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

Masár T., Studeník B.: Vývojové trendy vybavenia chovu hovädzieho dobytku strojovou technikou	705
Kára J., Štulc P.: Vzduchotechnické soustavy s rekuperačními výměníky tepla z teplých trubic	715
Bohuslávек Z.: Kontinuální měření stavu zaplnění hlubinných zásobníků v obilních silech	725
Petranský I., Drabant Š.: Elektrohydraulický simulátor dynamického zaťaženia sústavy spaľovací motor — prevodovka	733
Buček B., Muráni E., Petranský I.: Kontrola technického stavu neregulačných hydrostatických prevodníkov	749

СОДЕРЖАНИЕ

Масар Т., Студеник Б.: Тренды оснащения скотоводства машинной техникой	713
Кара Я., Штульц П.: Воздухотехнические системы с рекуперационными теплообменниками из термотрубок	723
Богуславек З.: Континуальное измерение состояния наполнения глубинных танков в зерновых элеваторах	732
Петрански И., Драбант Ш.: Электрогидросимулятор динамической загрузки системы двугатель внутреннего сгорания — коробка передач	747
Бучек Б., Мурани Э., Петрански И.: Контроль за техническим состоянием нерегуляторных гидростатических проводников	756

CONTENTS

Masár T., Studeník B.: Development Trends of Cattle Breeding Equipment with Engineering Technology	713
Kára J., Štulc P.: Air-distribution Systems with Recuperation Heat Exchangers of Thermal Tubes	723
Bohuslávек Z.: Continuous Measuring of the Loading of Pits in Grain Silos	732
Petranský I., Drabant Š.: Electro-hydraulic Simulator of the Dynamic Load of the System Internal Combustion Engine — Gearbox	747
Buček B., Muráni E., Petranský I.: Examination of the Technical State of Nonregulating Hydrostatic Converters	756

VÝVOJOVÉ TRENDY VYBAVENIA CHOVU HOVÄDZIEHO DOBYTKA STROJOVOU TECHNIKOU

T. Masár, B. Studeník

MASÁR, T. — STUDENÍK, B. (Ministerstvo poľnohospodárstva a výživy SSR, Bratislava; Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka): *Vývojové trendy vybavenia chovu hovädzieho dobytká strojovou technikou*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12) : 705-713.

Pri stanovení normatívov potreby strojovej techniky v SSR sa použila metóda extrapolácie trendu. Normatívy potreby strojov v chove hovädzieho dobytká sa stanovili pre kŕmenie, odpratávanie výkalov, dojenie a chladenie mlieka. Vedľa počtu zvierat na jednotlivé druhy zariadení sa uvádza aj ich odporúčaná štruktúra. Časové zmeny štruktúry sú znázornené aj graficky.

mechanizácia chovu hovädzieho dobytká; časové rady; vývojové trendy; normatívy

V súčasnej etape materiáľno-technickej prestavby nášho poľnohospodárstva je čoraz významnejšia problematika stanovenia zdôvodnenej potreby strojovej techniky. Prognostická činnosť je jedným z nástrojov plánovitého riadenia národného hospodárstva. Služi na stanovenie stavu vytýčenej budúcnosti na základe systémovo spracovaných informácií zo súčasnosti a minulosti. Znamená to, že retrospektívna analýza nie je samoučelnou, ale cieľavedomou činnosťou, ktorá služi na odhalenie pôsobenia rušivých vplyvov na tendencie, trendy v minulosti a ich uplatnenie v prognostickom období.

Využitíu matematických metód pri stanovení potreby mobilnej strojovej techniky sa u nás v poslednom období venovalo viacero autorov (Ďuriš, 1980; Špelina, 1980; Studeník, 1981 a ďalší).

Stanovením potreby strojov a zariadení v živočíšnej výrobe sa zaoberali Masár a i. (1983) v rámci riešenia optimalizácie starostlivosti o mechanizáciu živočíšnej výroby. Pri stanovení normatívov aplikovali metódu, ktorej základom bola retrospektívna analýza vybavenia národných republík strojovou technikou od roku 1976 na základe údajov zo štatistického výkazu Zem S2-01. Túto metódu využil Masár (1988) pri stanovení zdôvodnenej potreby strojovej techniky v chove hovädzieho dobytká do roku 2000 v SSR na základe početných stavov strojov zistených z podrobnej pasportizácie, ktorá bola vykonaná k 1. 1. 1988.

METÓDA

Pri výpočte vývojových trendov vybavenia objektov pre chov hovädzieho dobytká strojovou technikou v SSR sú využité dostupné matematické metódy z programového vybavenia výpočtového strediska VÚPT Rovinka.

Na stanovenie republikových trendov sme využili regresnú analýzu. Pri výpočte koeficientov regresnej funkcie sme použili metódu najmenších štvorcov pri týchto funkciách:

— lineárna funkcia	$y = A + Bx$	(1)
— mocninová funkcia	$y = A \cdot x^B$	(2)
— exponenciálna funkcia	$y = A \cdot \exp(Bx)$	(3)
— modifikovaná exponenciála	$y = A + B \cdot C^x$	(4)
— všeobecne modifikovaná exponenciála	$y = A + B \cdot \exp(Cx)$	(5)
— hyperbolická funkcia	$y = Ax^{-1} + B$	(6)
— obecná hyperbola	$y = Ax^{-N} + B$	(7)
— polynomická funkcia	$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3$	(8)
— algebraická iracionálna funkcia	$y = Ax^{0,5} + B$	(9)
— lomená funkcia	$y = Ax(B+x)^{-1}$	(10)
— logistická funkcia	$y = A / (1 + B \cdot \exp(-Dx))$	(11)
— logistická funkcia	$y = A / (1 + B \cdot \exp(B - Cx))$	(12)
— logistická funkcia	$y = (A + BCx)^{-1}$	(13)

V extrapoláčnych funkciách je čas transformovaný k roku 1976, t. j. v tomto roku má x hodnotu 1. Pri výbere extrapoláčnej funkcie sa vychádza z logiky každého procesu. Určitou pomôckou pri voľbe funkcie je aj hladina významnosti stanovená na základe hodnoty t -testu a počtu voľností.

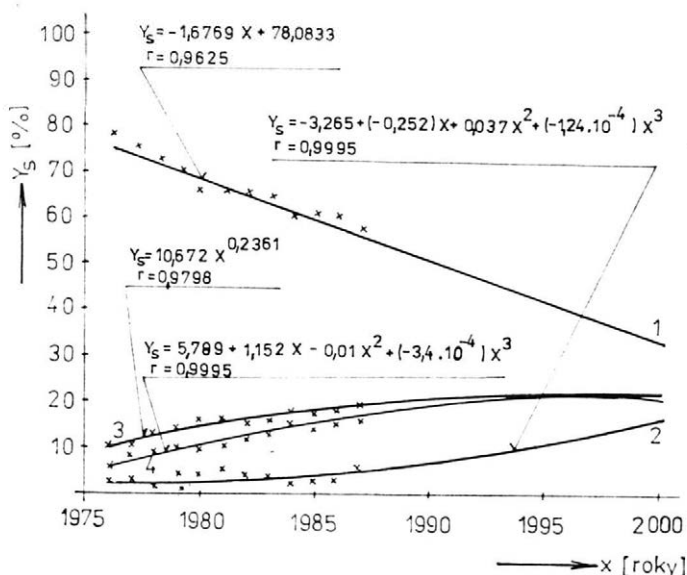
Vývojové trendy sú využité na stanovenie normatívov potreby strojov v SSR pre roky 1990, 1995 a 2000.

VÝSLEDKY

STROJE A ZARIADENIA NA KŔMENIE

Súčasná skladba strojov a zariadení na kŕmenie je daná predovšetkým systémami ustajnenia jednotlivých kategórií zvierat a stavebno-technickým riešením ustajňovacích objektov a skladov krmív.

Zo strojov a zariadení na kŕmenie majú i v súčasnosti ešte stále najväčšie zastúpenie visuté kŕmne drážky; ich ústup má lineárny priebeh (obr. 1). Vývojový trend, ktorý bol vypočítaný podľa vzťahu (1), udáva, že v roku 2000 bude podiel visutých drážok ešte asi 36 %.



1. Časová zmena štruktúry kŕmnych zariadení (1. visuté kŕmne drážky, 2. nadžlabové dopravníky, 3. žlabové dopravníky, 4. kŕmne vozy v prejazdnych objektoch) — Time change of the feeding equipment structure (1. overhead fodder monorails, 2. conveyers above trough, 3. trough conveyers, 4. fodder carries in the passage buildings)

Druhé najväčšie zastúpenie majú žlabové dopravníky krmív a kŕmne vozy v prejazdnych objektoch. Ich vývojové trendy boli vypočítané podľa vzťahu (2), resp. (8) a ich podiel bude v roku 2000 23 %, resp. 22,7 %.

Najnižšie zastúpenie majú nadžlabové dopravníky krmív, ktorých rozšírenie v praxi do určitej miery stagnovalo. Bolo to spôsobené značnou poruchovosťou a nedokonalosťou ich konštrukcie. Po odstránení nedostatkov sa v poslednom období zvýšil záujem praxe o tieto zariadenia i v súvislosti s možnosťou využitia mikroelektroniky v programovom riadení kŕmnych dávok pri ustajnení s priväzovaním. Vývojový trend bol vypočítaný podľa vzťahu (8) extrapoláčnej funkcie a je predpoklad, že do roku 2000 bude ich podiel predstavovať približne 18 %.

Kŕmne automaty pre teľatá sú vypočítané na základe časovej zmeny zaťaženia podľa vzťahu (7) v tvare

$$y_z = \frac{294,0795}{x^{0,4333} + 182,88} \quad (14)$$

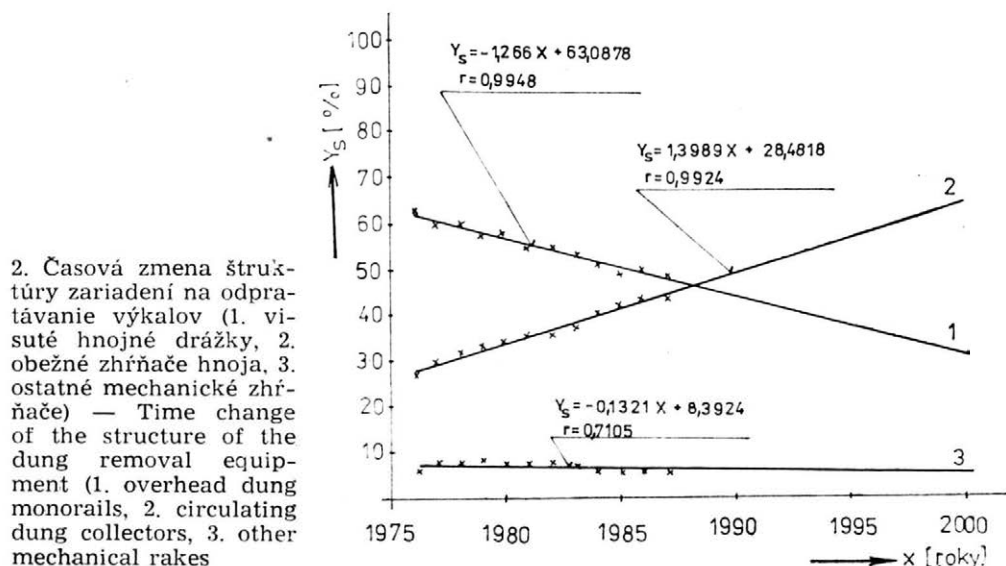
s koeficientom korelácie $r = 0,6985$.

Vypočítaná štruktúra strojov a zariadení na kŕmenie a ich normatívy sú uvedené v tab. I.

STROJE A ZARIADENIA NA ODPRATÁVANIE VÝKALOV

Časová zmena štruktúry jednotlivých strojov a zariadení na odpratávanie výkalov má lineárny priebeh a vývojové trendy na obr. 2 sú vypočítané podľa vzťahu (1) extrapoláčnej funkcie.

V súčasnosti je zastúpenie visutých hnojných drážok a obežných zhŕňačov približne rovnaké, avšak visuté hnojné drážky majú regresívny a obežné zhŕňače progresívny trend. Je predpoklad, že v roku 2000 sa u týchto zariadení dosiahne približne opačný pomer ako bol v roku 1975, čím sa podstatne zvýši úroveň mechanizácie odpratávania výkalov.



I. Normatívy vybavenia zariadeniami na kŕmenie — Standards for feeding installations

Stroje a zariadenia na kŕmenie	Rok							
	1985		1990		1995		2000	
	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]
Visuté kŕmne drážky	274	61,3	320	52,9	380	44,5	467	36,2
Nadžlabové dopravníky krmív	4179	4,4	2383	7,1	1374	12,3	934	18,1
Žlabové dopravníky krmív	903	18,4	837	20,2	782	21,6	735	23,0
Kŕmne vozy v prejazdnych objektoch	1056	16,1	862	19,8	782	21,6	746	22,7
Spolu	169,1	100,0	169,2	100,0	169,2	100,0	169,3	100,0
Kŕmne automaty pre teľatá	291	—	274	—	263	—	256	—

II. Normatívy vybavenia zariadeniami na odpratávanie výkalov — Standards for dung removal equipment

Zariadenia na odpratávanie výkalov	Rok							
	1985		1990		1995		2000	
	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]
Visuté hnojné drážky	396	50,4	461	44,1	545	37,8	663	31,4
Obežné zhrňáče hnoja	469	42,5	411	49,5	364	56,5	328	63,5
Ostatné mechanické zhrňáče	2808	7,1	3174	6,4	3613	5,7	4084	5,1
Spolu	199,4	100,0	203,2	100,0	205,9	100,0	208,1	100,0
Vynášacie dopravníky hnoja	512	—	430	—	362	—	304	—

I naďalej budú využívané rôzne typy ostatných mechanizačných zhŕňačov, ktoré majú veľmi pomalý regresívny trend vypočítaný podľa vzťahu (1) extrapoláčnej funkcie.

Vypočítaná štruktúra strojov a zariadení na odpratávanie výkalov a ich normatívy sú uvedené v tab. II.

DOJACIE ZARIADENIA

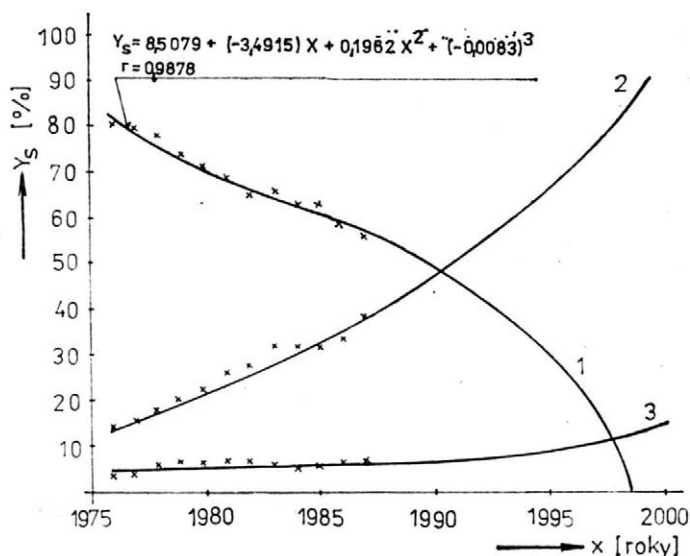
Medzi dojacími zariadeniami sú najpočetnejšie zastúpené zariadenia s dojením do kanvy (56 %) a s dojením do potrubia (37 %). Tieto zariadenia predstavujú skupinu dojacích zariadení s dojením na stojisku. V súvislosti s prípravou a zavedením novej ČSN 57 0529 Surové kravské mlieko sa objem ročných dodávok kanvových dojacích zariadení začal podstatne znižovať. Trend vypočítaný podľa vzťahu (8) nám udáva, že tieto zariadenia by mali ustúpiť z používania v roku 1998 (obr. 3).

Zavedením nových technických prvkov do výroby dojacích zariadení s dojením do potrubia na stojisku (elektromagnetický pulzátor, stabilizácia podtlaku, automatická dezinfekcia a pod.) a výrobou mobilného dojacieho zariadenia ZD 3-010 skončilo obdobie stagnácie týchto zariadení a ich trend má exponenciálny tvar vypočítaný podľa vzťahu (8) extrapoláčnej funkcie.

Stagnáciu v rozširovaní dojacích zariadení s dojením v dojárni (hlavne v mobilných dojarniach s kruhovým stojiskom) spôsobila ich značná poruchovosť a vysoká energetická náročnosť. Z tohto dôvodu boli dojacie zariadenia s dojením v dojárni dopočítané v štruktúre do 100 %, pretože vypočítané trendy mali regresívny charakter. Postupné rozširovanie týchto dojacích zariadení v SSR bude zamerané na ich stacionárne prevedenie.

Vypočítaná štruktúra dojacích zariadení a ich normatívy sú uvedené v tab. III.

3. Časová zmena štruktúry dojacích zariadení (1. dojacie zariadenia s dojením na stojisku do kanvy, 2. dojacie zariadenia na stojisku do potrubia, 3. dojacie zariadenia s dojením v dojárni) — Time change of the structure of milking installations (1. milking installation utilizing stationary milking into can, 2. milking installation utilizing stationary milking into milk pipelines, 3. milking installation with milking in the milking parlour)



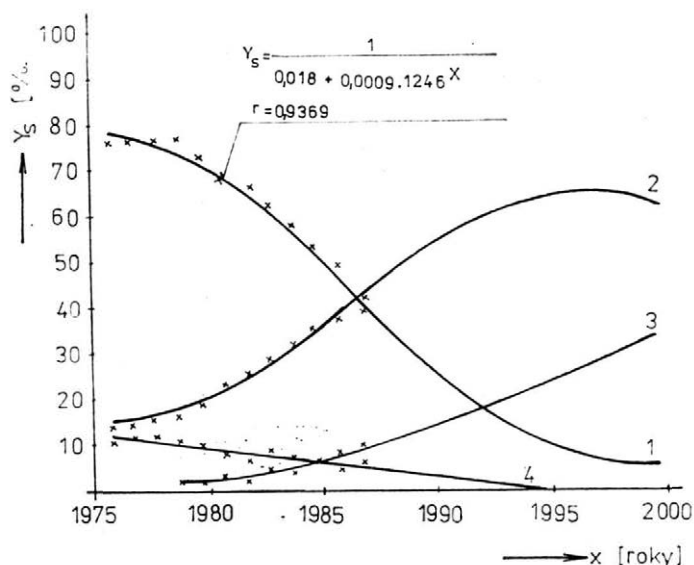
III. Normatívy vybavenia dojacími zariadeniami — Standards for milking installations

Dojacie zariadenia	Rok							
	1985		1990		1995		2000	
	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]
S dojením na stojisku do kanvy	138	62,2	182	48,8	329	27,3	—	—
S dojením na stojisku do potrubia	269	32,9	186	45,8	137	65,5	101	90,0
S dojením v dojárni	1480	5,4	1647	5,4	1250	7,2	908	10,0
Spolu	87	100,0	89	100,0	90	100,0	91	100,0

IV. Normatívy vybavenia zariadeniami na chladienie mlieka — Standards for milk refrigeration equipment

Ukazovateľ	Rok							
	1985		1990		1995		2000	
	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]	normatív [ks. ks ⁻¹]	štruktúra [%]
Chladiace zariadenia								
o objeme 500 litrov	159	52,9	356	26,1	1045	11,0	2790	4,3
o objeme 1000 — 1250 litrov	246	34,2	170	54,7	179	64,0	197	61,0
o objeme 2500 — 5000 litrov	1314	6,4	574	16,2	469	25,0	346	34,7
ostatné (výbehové typy)	1294	6,5	3100	3,0	—	—	—	—
Spolu	84	100,0	93	100,0	115	100,0	120	100,0
Počet kráv na 1000 litrov chladiacej kapacity [ks. 10 l ⁻³]	68,8	—	64,3	—	61,8	—	60,1	—
Priemerná chladiaca kapacita [l. ks ⁻¹]	1230	—	1450	—	1700	—	1994	—

4. Časová zmena štruktúry zariadení na chladenie mlieka (1. objem 500 litrov, 2. objem 1000 — 1250 litrov, 3. objem 2500 — 5000 litrov, 4. výbehové typy) — Time change of the structure of the milk cooling equipment (1. capacity of 500 litres, 2. capacity of 1000 — 1500 litres, 3. capacity of 2500 — 5000 litres, 4. cattle enclosure types)



ZARIADENIA NA CHLADENIE MLIEKA

U zariadení na chladenie mlieka sú najpočetnejšie zastúpené typy s objemom 500 litrov (44 %) a s objemom 1000 litrov (40 %). Tieto zariadenia plnili rozhodujúcu úlohu pri chladení mlieka v minulom období. V súčasnej dobe sú nahradzované progresívnymi zariadeniami typu Paco o objeme 1250, 2500 a 5000 litrov.

Štruktúra zariadení na chladenie mlieka o objeme 500 litrov je vypočítaná podľa vzťahu (13) extrapoláčnej funkcie.

Štruktúra chladiacich zariadení o objeme 1000 až 1250 litrov a 2500 až 5000 litrov bola vypočítaná komparáciou zaťaženia a priemernej chladiacej kapacity (obr. 4).

Priemerná chladiaca kapacita [tab. IV] je vypočítaná podľa vzťahu (3) v tvare:

$$y_k = 0,9183 \cdot e^{0,0285x} \quad (15)$$

$$r = 0,9847$$

Nárast priemernej chladiacej kapacity je o niečo rýchlejší (v roku 2000) ako uvedený exponenciálny trend, a to z dôvodov perspektívneho zvýšenia chladiacej kapacity v skupine zariadení o objeme 1000 až 1250 litrov na 1500 litrov.

Počet dojnic na 1000 litrov chladiacej kapacity [tab. IV] je vypočítaný podľa vzťahu (2) v tvare:

$$y_d = 80,7537x^{-0,0987} \quad (16)$$

$$r = 0,9284$$

Vypočítaná štruktúra zariadení na chladenie mlieka a ich normatívy sú uvedené v tab. IV.

Metódu exploatácie trendu republikového vybavenia strojovou technikou u nás prvýkrát využil pri stanovení normatífov potreby mechanizačných prostriedkov v rastlinnej výrobe *Studeník* (1981). Ako ukazuje tento príspevok, má metóda opodstatnenie aj pri stanovení normatífov potreby strojov v chove hovädzieho dobytká. Jej využitie je podmienené časovým radom údajov minimálne za rovnaké obdobie, na aké sa stanovujú normatívy.

Časové rady zaťaženia zariadení počtami zvierat boli zaťažené poruchami prostredia — časovými výkyvmi počtov zvierat. Extrapoláčnej funkcie popisovali časovú zmenu zaťaženia na hladine významnosti nižšej, ako bola pri časových radoch štruktúry zariadení (obr. 1—4). Uvedený stav súvisí s tým, že mechanizačné prostriedky v živočíšnej výrobe bezprostredne súvisia so stavebným riešením maštali.

Pri návrhu normatífov potreby strojov je treba okrem časovej zmeny zaťaženia zariadenia počtom zvierat sledovať aj časovú zmenu štruktúry zariadení, resp. časovú zmenu priemernej hodnoty (napr. $l \cdot ks^{-1}$ pri chladiacich zariadeniach). Vzájomným porovnaním uvedených trendov je možné s vysokou pravdepodobnosťou modelovať normatívy potreby strojov aj v živočíšnej výrobe.

ZÁVER

Stanovenie normatífov potreby strojov v chove hovädzieho dobytká vychádza z retrospektívnej analýzy vybavenia poľnohospodárstva na základe pasportu zariadení. Ukazuje na výhľadovú potrebu strojov pre zabezpečenie kŕmenia, odpratávania maštálneho hnoja, dojenja a chladenia mlieka v SSR.

Pri súčasnom tempe rekonštrukcií objektov pre chov hovädzieho dobytká bude ešte aj v roku 2000 zastúpenie kŕmnych a hnojných visutých drážok nepriaznivé.

Zoznam označení

A, B, C, D	— koeficienty extrapoláčnej funkcie
r	— koeficient korelácie
y _d	— počet kráv na 1000 litrov chladiacej kapacity [$ks \cdot 10^5$ l]
y _k	— primerná chladiaca kapacita [$l \cdot ks^{-1}$]
y _s	— štruktúra zariadenia [%]
y _z	— zaťaženie zariadenia počtom zvierat [$ks \cdot ks^{-1}$]

Literatúra

- ČSN 57 0529. Surové kravské mlieko.
 ĐURIŠ, M.: Stanovenie optimálneho počtu strojov na vybraných poľnohospodárskych podnikoch v SSR. [Záverečná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1980.
 MASÁR, T.: Stanovenie zdôvodnenej potreby strojovej techniky v chove hovädzieho dobytká do roku 2000 v SSR. [Kandidátska dizertačná práca.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1988.
 MASÁR, T. — KOREJTKO, J. — STUDENÍK, B.: Návrh optimalizácie starostlivosti o stroje a zariadenia mechanizácie živočíšnej výroby. [Výskumná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1983.

STUDENÍK, B.: Systémový prístup k stanoveniu normatívov zdôvodnenej potreby strojovej techniky. [Kandidátska dizertačná práca.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1981.

SPELINA, M.: Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. Praha, Státní zeměd. nakladatelství 1980. 354 s.

Došlo dňa 1. 2. 1989

MASAR, T. — STUDENÍK, B. (Министерство сельского хозяйства и продовольствия СССР, Братислава; Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, комбинат, Ровинка): Тренды оснащения скотоводства машинной техникой. Земед. Techn., 35, 1989 (12) : 705-713.

При планировании нормативов потребности в машинной технике был использован метод экстраполяции тренда. В области разведения крупного рогатого скота эти нормативы определяли для кормления, уборки навоза, доения и охлаждения молока. Наряду с численностью животных по видам устройств приводится и их рекомендованная структура. Временные изменения структур устройств изображены также графически.

механизация скотоводства; временные ряды; тренды развития; нормативы

MASAR, T. — STUDENÍK, B. (Ministry of Agriculture and Food of the SSR, Bratislava; Research Institute of Agricultural Technology, combine enterprise, Rovinka): *Development Trends of Cattle Breeding Equipment with Engineering Technology*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (12) : 705-713.

The method of trend extrapolation was utilized during setting the standards of requirements for engineering technology in the SSR. The standards of requirements for machinery in cattle breeding were set for feeding, dung removal, milking and milk refrigeration. Besides the number of the animals per individual type of equipments, also its recommended structure is introduced. The time changes of the equipment structure are also represented in a graphic form.

mechanization of cattle breeding; time series; development trends; standards

MASAR, T. — STUDENÍK, B. (Ministerium für Landwirtschaft und Ernährung der Slowakischen SR, Bratislava; Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka): *Entwicklungstrends in der Ausstattung von Rinderhaltungsanlagen mit Maschinensystemen*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (12) : 705-713.

Bei der Bestimmung von Normativen des Bedarfs an Maschinensystemen in der SSR wurde die Methode der Trendextrapolation angewandt. Die Normative des Bedarfs an Maschinen für die Rinderhaltung wurden für die Bereiche der Fütterung, der Entmistung, der Milchgewinnung und -kühlung bestimmt. Neben den Zahlen der Tiere in bezug auf die einzelnen Maschinensysteme wird auch ihre empfohlene Struktur angeführt. Zeitveränderungen der Struktur der maschinellen Ausstattung werden auch graphisch dargestellt.

Mechanisierung der Rinderhaltung; Zeitreihen; Entwicklungstrends; Normative

Adresy autorov:

Ing. Tibor Masár, Ministerstvo poľnohospodárstva a výživy SSR, Suvorovova 12, 812 66 Bratislava

Ing. Bohumil Studeník, CSc., Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, 900 42 Rovinka

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 1/1990 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny práce:

- V. Legát: Stanovení normativu pro obnovu dvoustavových strojních prvků s jednorázovým použitím
- B. Bátor: Tribológia obrábaných povrchov a jej význam v prevádzke techniky
- P. Tomlein, M. Srbecký: Zavádzanie cyklických opráv výmenným spôsobom
- J. Žufánek, B. Groda: Vliv organizace porostu mrkve na výkonnost a kvalitu práce sklízecí soupravy
- M. Ostrožlík: Analýza triedenia karotky
- J. Kacero v s k ý, J. H l i n k a, J. V i š i n s k ý: Formulace požadavků na mechanizační prostředky používané v čs. zemědělství
- K. Ž á k: Terminologie v oboru zemědělská technika — Pluhy

VZDUCHOTECHNICKÉ SOUSTAVY S REKUPERAČNÍMI VÝMĚNÍKY TEPLA Z TEPELNÝCH TRUBIC

J. Kára, P. Štulec

KÁRA, J. — ŠTULC, P. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy; Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Praha - Běchovice): *Vzduchotechnické soustavy s rekuperačními výměníky tepla z tepelných trubíc*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12) : 715-723.

Ve dvou sekcích dochovny selat SZP Hluboš byla ověřena větrací soustava s rekuperačními výměníky z gravitačních tepelných trubíc. Aby se v prašném prostředí snížilo znečištění teplosměnných ploch výměníků, použili jsme textilní filtr. Ve dvou strojovnách větracího systému jsme testovali dva typy axiálních ventilátorů. Tepelná a vzduchotechnická měření jsme uskutečnili s otevřeným obtokem výměníku, s uzavřeným obtokem výměníku a s uzavřeným obtokem a předřazeným filtrem Finet na sání odpadního vzduchu.

zpětné získávání tepla; termická účinnost; tlaková ztráta; filtrace vzduchu

Rozšiřováním rekuperačních výměníků tepla v objektech živočišné výroby nepokračuje tak, jak bychom si přáli a jak by bylo potřebné z hlediska zemědělských podniků i z hlediska celospolečenského.

Nedůvěra je způsobena především nutností údržby vzduchotechnického systému s rekuperačními výměníky. Jde především o časté čištění teplosměnných ploch výměníků u některých kategorií drůbeže a prasat.

Pokud chceme zabránit předčasnému znečišťování teplosměnných ploch výměníků, musíme filtrovat odváděný odpadní vzduch. Lze říci, že k těmto účelům je možné používat různé typy filtračních stěn, kapsových filtrů, navíjecích filtrů, kazetových filtrů atd.

V praxi se však setkáváme s provozními a ekonomickými problémy, které využití filtrace brání. Především pořizovací cena speciálních filtrů je poměrně vysoká, manipulace s ucpanými filtry je nepříjemná a musí se v krátkých časových intervalech opakovat.

Při rekonstrukcích a jednoduchých úpravách již instalovaných rekuperačních výměníků obvykle ani nezbývá místo na instalaci filtrů.

Z toho vyplynul náš záměr ověřit jednoduché filtry z netkané textilie v objektu pro dochov prasat SZP Hluboš. Použitím filtrů vyvstávají pak další problémy s vhodným typem ventilátoru, který může překonat zvýšený vřazený odpor. Proto jsme se rozhodli otestovat rovněž dva obdobné typy ventilátorů, které by měly vyhovět pro daný účel: maďarský ventilátor Falax CS-50-7 a československý výrobek APV 500 z STS a OZS Dašice.

METODA

Ve společném zemědělském podniku v Hluboši u Příbrami byla v letech 1987 až 1988 adaptována část dochovny selat. Adaptace byla zaměřena na zařazení rekuperátorů z tepelných trubec do větrací soustavy. V provozu jsou dvě větrací soustavy pro dvě oddělení sekce odchovny selat přibližně pro 260 selat o hmotnosti až 30 kg. V dochovně jsou selata od dochovu (7 — 15 kg) až po předvýkrm (15 — 30 kg). Rekuperaci odpadního tepla vzduchu ve větracích soustavách zajišťují rekuperátory ze čpavkových tepelných trubec typu ZV3-032 (v. č. 447-87 a 448-87) (obr. 1) s obtokem vzduchu, vyrobené v JZD Hranicář. Základní parametry použitých žebrovek a rekuperátorů jsou uvedeny v tab. I a II. V rekuperátorech jsou použity gravitační tepelné trubice. Schéma zapojení je zřejmé z obr. 2 a 3. Ventilaci vzduchu ve strojovně č. 1 zajišťují ventilátory Falax CS-50-7-/4 s motorem HZF 80 a 4D o jmenovitém výkonu 550 W (dále jen Falax Ø 500) a ve strojovně č. 2 ventilátory APV 500 s motorem 4 AP 80-4 o jmenovitém výkonu 750 W, vyrobené v STS a OZS Dašice (dále jen APV 500). V našem případě šlo o první provozní ověření funkčních vzorků ventilátorů APV 500. Rekuperátory včetně ventilátorů jsou umístěny v za-teplených zděných přístavcích. Čerstvý vzduch je rozváděn PE děrovaným potrubím o Ø 500 mm ve střední části sekci dochovny. Regulaci větrání zajišťují teplotní čidla umístěná ve výšce 1,2 m nad podlahou sekci dochovny.

I. Základní údaje o žebrované trubce pro výměníky ZV 3-032 z gravitačních tepelných trubec — Basic characteristics of a ribbed tube for ZV 3-032 heat exchangers made of gravity thermal tubing

Typ žebrovky	vyválnovaná čistě hliníková
Materiál trubky	hliník
Materiál žeber	hliník
Kontakt žeber a trubky	přímý
Tvar žeber	kruhový
Tvar trubky	kruhový
Počet trubek v jednom žebře	1
Rozměr žebra D nebo $b_1 \times b_2$ [m]	0,062
Rozměr základní trubky δ [m]	0,029
Rozměr u paty žebra ⁺ d_t [m]	0,035
Tloušťka žebra σ_z [m]	0,00065
Vzdálenost žeber u [m]	0,00254
Počet žeber [*] n_z	313
Ekvivalentní poloměr žebra R [m]	0,031
Ekvivalentní výška žebra h [m]	0,0219
Tepelná vodivost žebra λ_z [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	180
Plocha povrchu žeber [*] S_z [m ² .m ⁻¹]	1,327
Plocha povrchu u paty žeber [*] S_t [m ² .m ⁻¹]	0,087
Celková vnější plocha [*] S_l [m ² .m ⁻¹]	1,414
Ekvivalentní průměr d_e [m]	0,0454
Poměrný volný průřez Φ'	0,348
Hmotnost žebrovky [*] M_l [kg.m ⁻¹]	1,8

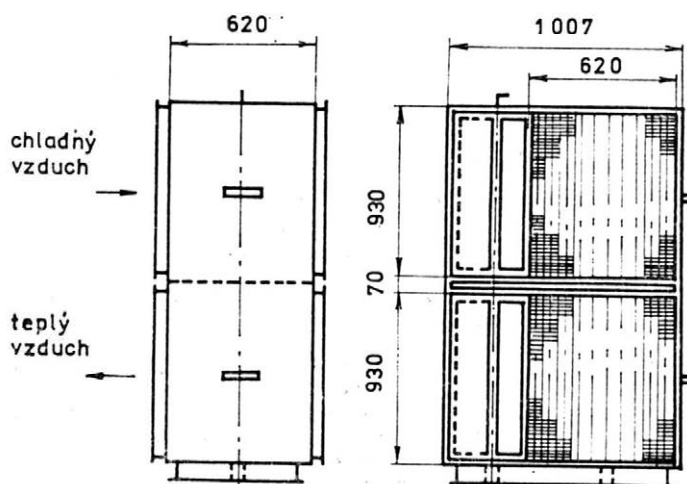
⁺ — u lisovaných žeber s dosedacím nákrůžkem se k rozměru základní trubky přičítá hodnota $2 \delta_z$

^{*} — vztaheno na 1 m délky jedné trubky

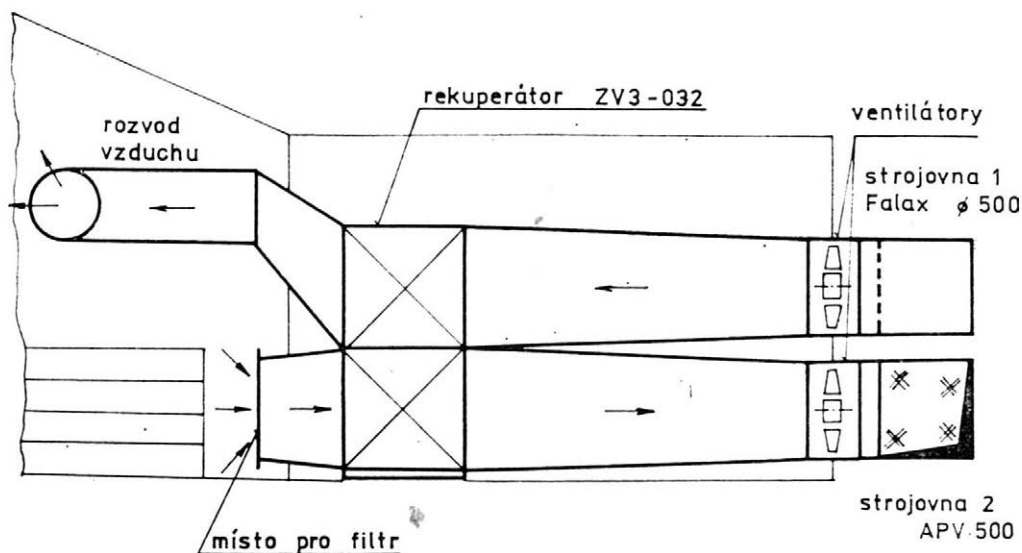
II. Charakteristika výměníku ZV 3-032 — Characteristics of an ZV 3-032 exchanger

Typ výměníku	z gravitačních tepelných trubíc se čpavkovou náplní		
Typ žebrovky	vytlačovaná čistě hliníková		
Uspořádání trubek	za sebou	5 řad	10 řad
Příčná rozteč trubek v řadě s_1 [m]		0,062	
Podélná rozteč řad trubek s_2 [m]		0,124	0,062
Počet trubek v řadě n_t		10	
Počet řad trubek n_f		5	10
Celkový počet trubek n		50	100
Šířka svazku $X = n_t \cdot s_1$ [m]		0,62	
Hloubka svazku $Y = n_f \cdot s_2$ [m]		0,62	
Činná délka trubek L [m]		1,86	
Čelní průřez $A_t = X \cdot L$ [m ²]*		1,15	
Objem svazku $V = A_t \cdot Y$ [m ³]		0,713	
Zúžení průtočného průřezu Φ		0,348	
Volný průtočný průřez $A = \Phi A_t$ [m ²]		0,216	
Teplosměnná plocha $S = n \cdot L \cdot S_f$ [m ²]		131,5	263,0
Vnitřní teplosměnná plocha S_i [m ²]		8,5	17,0
Rozšíření teplosměnné plochy S/S_i		15,5	15,5
Hydraulický průměr d_h [m]		0,00464	
Hmotnost svazku $M = n \cdot L \cdot M_f$ [kg.m ⁻³]		167,4	334,8
Kompaktnost svazku S/V [m ² .m ⁻³]		184,4	368,9
Poměrná hmotnost svazku M/V [kg.m ⁻³]		234,7	469,6

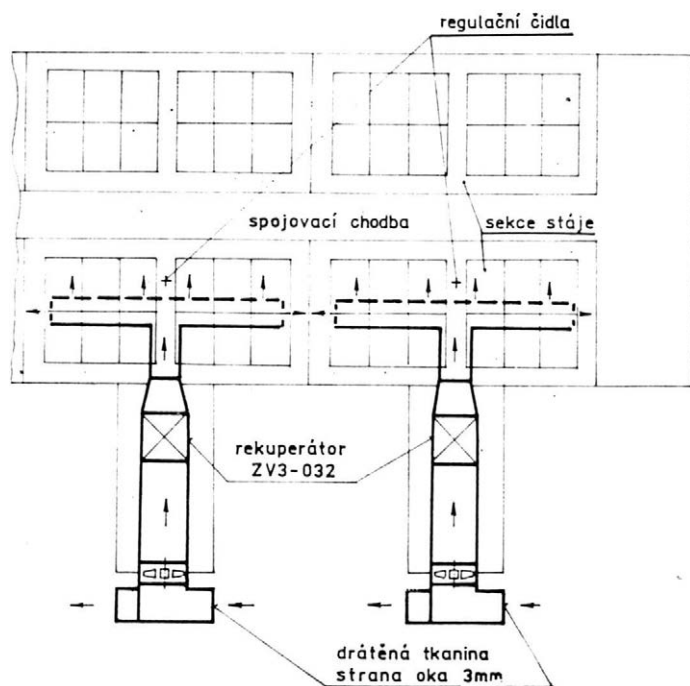
* pro oba kanály



1. Schéma rekuperátoru ZV3-032- — Diagram of a ZV3-032 recuperator



2. Schéma strojovny — Diagram of a machine room



3. Schéma stáje s větracím systémem — Diagram of a byre with ventilation installations

PROVOZNÍ MĚŘENÍ

Vlastnosti vzduchotechnického systému s rekuperačními výměníky ověřujeme v provozních podmínkách měřením základních parametrů. Především sledujeme zpětně získávané teplo, tj. tepelný tok získaný z odpadního odvětrávaného teplého vzduchu, který zvyšuje tepelný obsah venkovního studeného vzduchu přiváděného do objektu z venkovního prostoru. Metodika měření je popsána v dřívějších pracích (Zemánek, 1983; Kára aj., 1984).

III. Seznam měřených a odvozených veličin — A list of measured and derived characteristics

Označení	Veličina	Jednotka
$\bar{t}_{i1}(\bar{t}_{e1})$	střední vstupní teplota teplého (chladného) vzduchu	°C
$\bar{t}_{i2}(\bar{t}_{e2})$	střední výstupní teplota teplého (chladného) vzduchu	°C
$M_i(M_e)$	hmotnostní průtok teplého (chladného) proudu	kg.s ⁻¹
$\bar{v}_{i0}(\bar{v}_{e0})$	střední rychlost teplého (chladného) proudu ve volném průřezu před výměníkem	m.s ⁻¹
$W_i(W_e)$	tepelná kapacita teplého (chladného) proudu	W.K ⁻¹
$\alpha = W_e/W_i; W_i/W_e$	poměr tepelných kapacit	—
Q_t	tepelný výkon odváděný z teplého proudu	W(kW)
Q_e	tepelný výkon přiváděný do chladného proudu	W(kW)
$\Delta t_i = t_{i1} - t_{i2}$	ochlazení teplého proudu	K
$\Delta t_e = t_{e2} - t_{e1}$	ohřátí chladného proudu	K
$\Delta t_i/\Delta t_e$	poměr rozdílů teplot	—
$\Delta t = t_{i1} - t_{e1}$	rozdíl vstupních teplot	K
$\eta_t = \Delta t_e/\Delta t$	termická účinnost	—
$Q = W_{\min} \cdot \Delta t \cdot \eta_t$	tepelný výkon výměníku	W(kW)
k	součinitel přestupu tepla	W.m.K ⁻¹
S	přestupní plocha	m ²
$kS/W_{\min}$	bezrozměrná charakteristická veličina	—
$\Delta p_i; \Delta p_e$	tlaková ztráta	Pa

Měření proběhlo v provozních podmínkách farmy. Teploty se měřily před rekuperátorem a za ním v teplém i studeném kanálu. Objemový průtok byl určen z rychlostí v profilu. Tlakové ztráty byly stanoveny měřením diferenčním mikro-manometrem. Teploty a relativní vlhkost vzduchu byly měřeny digitálním psychrometrem Therm Z 246 firmy AMR. Rychlost vzduchu byla určována digitálním elektronickým anemometrem Technovent 4000 s průměrem měřicí sondy 25 mm. Přehled měřených a odvozených veličin je uveden v tab. III.

Ve strojovně č. 1 jsme měřili:

- a) desetiřadé uspořádání rekuperátoru
- s otevřeným obtokem,
 - s uzavřeným obtokem,
 - s uzavřeným obtokem a filtrem Finet PAN PES na sání vnitřního odpadního vzduchu;

- b) pětiřadé uspořádání rekuperátoru (místo liché řady byly vloženy hliníkové vložky)

- s uzavřeným obtokem,
- s uzavřeným obtokem a filtrem Finet PAN PES na sání vnitřního odpadního vzduchu.

Ve strojovně č. 2 jsme měřili:

- desetiřadé uspořádání rekuperátoru

- s otevřeným obtokem,
- s uzavřeným obtokem,
- s uzavřeným obtokem a filtrem Finet PAN PES na sání vnitřního odpadního vzduchu.

IV. Výsledky tepelných a vzduchotechnických měření — dochoovna selat SZP Hluboš — The results of heat and air distribution measurements — piglet finishing house in the Hluboš Joint Agricultural Enterprise

Veličina	Jednotka	Strojovna č. 1 (ventilátory Falax Ø 500)					Strojovna č. 2 (ventilátory APV 500)		
		rekuperátor desetiradý			rekuperátor pětiradý		rekuperátor desetiradý		
		obtok otevřený	obtok uzavřený	obtok uzavřený a filtr na teplé straně	obtok uzavřený	obtok uzavřený a filtr na teplé straně	obtok otevřený	obtok uzavřený	obtok uzavřený a filtr na teplé straně
$\bar{t}_{t1}$	°C	18,10	19,60	19,50	19,70	19,70	20,40	20,40	17,20
$\bar{t}_{t2}$	°C	16,80	15,60	15,80	15,90	14,90	18,20	16,50	13,30
Δt_i	°C	1,30	4,00	3,70	3,80	4,80	2,20	3,80	3,90
v_{t0}	m.s ⁻¹	2,79	1,39	1,33	1,72	1,28	3,59	1,77	1,52
M_t	kg.s ⁻¹	1,93	0,96	0,92	1,18	0,89	2,48	1,22	1,05
W_t	W.k ⁻¹	1930	965	920	1180	890	2480	1220	1050
Q_t	kW	2,51	3,86	3,40	4,48	4,30	5,50	4,60	4,10
$\bar{t}_{e1}$	°C	13,90	14,50	15,10	13,00	13,00	13,10	14,60	10,90
$\bar{t}_{e2}$	°C	15,70	17,90	18,40	16,90	17,00	16,60	19,00	14,80
Δt_e	°C	1,80	3,40	3,30	3,90	4,00	3,50	4,40	3,90
$\bar{v}_{e0}$	m.s ⁻¹	1,83	1,49	1,36	1,56	1,56	2,14	1,53	1,53
V_e	m ³ .s ⁻¹	1,06	0,86	0,78	0,90	0,90	1,23	0,88	0,88
M_e	kg.s ⁻¹	1,28	1,03	0,94	1,08	1,08	1,50	1,06	1,06
W_e	W.K ⁻¹	1280	1034	940	1080	1080	1500	1060	1060
Q_e	kW	2,40	3,52	3,10	4,20	4,30	5,20	4,50	4,10
Δt	°C	4,20	5,10	4,40	6,70	6,70	7,30	5,80	6,30
$\Delta t_i / \Delta t$	—	0,72	1,17	1,12	0,97	1,28	0,63	0,86	1,00
$\kappa = W_e / W_t$	—	0,66	1,07	1,02	0,92	1,21	0,61	0,87	1,00
η_t	—	0,43	0,67	0,75	0,58	0,60	0,48	0,76	0,62
η_t podle (TP)	—	—	0,68	0,75	0,62	0,55	—	0,76	0,72
Δp_t	Pa	30	90	150	66	130	35	118	155

$\dot{V}$ $[m^3 \cdot s^{-1}] / [m^3 \cdot h^{-1}]$		Strojovna č. 1 ventilátor Falax Ø 500		Strojovna č. 2 ventilátor APV 500 10 řad
		10 řad	5 řad	
Teplý vzduch	s otevřeným obtokem	1,61 / 5800		2,07 / 7500
	s uzavřeným obtokem	0,80 / 2900	0,99 / 3600	1,10 / 4000
	s uzavřeným obtokem a filtrem na teplé straně	0,79 / 2840	0,74 / 2560	0,88 / 3220
Chladný vzduch	s otevřeným obtokem	1,06 / 3800		1,23 / 4400
	s uzavřeným obtokem	0,86 / 3100	0,90 / 3200	0,88 / 3200
	s uzavřeným obtokem a filtrem na teplé straně	0,58 / 2800	0,90 / 3200	0,88 / 3200

VÝSLEDKY

Výsledky tepelných a hydraulických měření jsou uvedeny v tab. IV.

Z výsledků měření vyplývá, že zjištěná termická účinnost rekupe-rátorů se téměř shoduje s normativními hodnotami uvedenými v tech-nických podmínkách (v tab. IV symbol η_i/TP).

Porovnání objemových průtoků vzduchu ventilátorů Falax Ø 500 a APV 500 je patrné z tab. V.

Ventilátory APV 500 z OZS Dašice zajišťují vyšší objemové průtoky vzduchu. Použitá filtrační tkanina Finet PAN PES z Mitopu Brno při-bližně odpovídá tkanině Firon B 400 z Mitopu Mimoň. Doporučená maxi-mální vstupní rychlost vzduchu 1,3 až 1,5 m · s⁻¹ byla dodržena, ale přesto se výrazně zvýšila tlaková ztráta. U ventilátoru Falax Ø 500 při deseti-řadém uspořádání výměníku se zařazením filtru tlaková ztráta zvýšila o 67 % a u ventilátoru APV 500 o 31 %.

Během tří až sedmi dnů dochází při dochovu selat k dalšímu postup-nému zvýšení tlakové ztráty na hodnoty kolem 200 Pa a ke snížení prů-toku vzduchu na 0,47 m³ · s⁻¹ (Falax Ø 500) a 0,62 m³ · s⁻¹ (APV 500).

Výhodou filtru z Finetu je jedna hladká (zažehlená) strana, lze jej tedy poměrně snadno omést a udržovat. Přesto se během tří měsíců za-nese a je nutno ho vyprat. Při praní však plstnatí a ztrácí filtrační schopnost.

Jako velmi vhodné se ukázaly filtry z flanelové látky, které jdou snadno oprášit i vyprat a tlaková ztráta se s čistými filtry pohybuje u obou typů ventilátorů okolo 120 Pa.

Problematika prašných objektů živočišné výroby je stále v popředí zájmu všech pracovníků, kteří se zabývají zpětným získáváním tepla ze stájového odvětrávaného vzduchu.

Při projektování větracích vzduchotechnických systémů objektů živočišné výroby je možné využít velmi kvalitních filtrů mnoha výrobců (uvedme jen JANKU Radotín nebo JZD Jeseník nad Odrou — vyrábí řadu filtrů JESKAP — a Kovonu Karviná). Tyto filtry jsou však značně nákladné a vyžadují odbornou obsluhu.

Snažili jsme se proto navrhnout jednoduchý a účinný filtr s nenáročnou obsluhou. Základ tvoří výustka odváděného vzduchu, chráněná drátěným pletivem s oky 3×3 mm. Na výustce o ploše $1,15 \text{ m}^2$ je navlečena kapsa z Finetu nebo flanelové tkaniny. Účinnost filtru je možné zlepšit zvětšením jeho plochy, tím se prodlouží interval čištění i praní.

Velkým problémem u větracích systémů s rekuperačními výměníky jsou rovněž vhodné ventilátory. Jako nevhodný je možné označit ventilátor VE 630/1.

Z ověření v dochovně Hluboš můžeme říci, že ventilátory Falax $\varnothing 500$ jsou vyhovující, pro dané účely jsou však výhodnější ventilátory VE 500.

Vzduchotechnický systém byl navrhován na termickou účinnost $\eta_t = 0,6$. Při měření byla tato hodnota splněna, za nižších teplot venkovního vzduchu a snížených množství odvětrávaného a přiváděného vzduchu bude η_t ještě vyšší.

Rekuperační výměník snižuje topný výkon potřebný pro vytápění jedné sekce z $26,4 \text{ kW}$ na $12,6 \text{ kW}$ při $\eta_t = 0,4$, tj. na 48% a na $5,7 \text{ kW}$ při $\eta_t = 0,6$, tj. na 22% . Spotřeba paliva je při $\eta_t = 0,6$ pouze 3% původního stavu. To však platí pouze za předpokladu, že vzduchotechnika s rekuperátory je v pořádku, nejsou znečištěné teplosměnné plochy výměníku a ucpané filtry.

ZÁVĚR

V dochovně selat ve Společném zemědělském podniku Hluboš u Příbrami byla uskutečněna měření na větracích soustavách s rekuperátory typu ZV3-032 z tepelných trub. Bylo zjištěno, že projektované pětiřadé uspořádání rekuperátoru tepelně i hydraulicky soustavě dostačuje.

Jednoduché převlečné filtry se osvědčily, ať už byly z Finetu, nebo z flanelové tkaniny.

Testované ventilátory APV 500 se ukázaly v provozu jako lepší než odpovídající ventilátory Falax $\varnothing 500$.

Seznam indexů

i	teplý proud vzduchu (ochlazovaný)
e	studený proud vzduchu (ohříváný)
min	minimální hodnota
1	před výměníkem
2	za výměníkem

Literatura

KÁRA, J. — HAŠ, S. — ZEMÁNEK, J.: Ověření funkce deskového výměníku pro zpětné získávání tepla. Zeměd. Techn., 30, 1984, č. 11, s. 643-648.

ZEMÁNEK, J.: Využití odpadního tepla ve stájích pomocí výměníků tepla z tepelných trub. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 6, s. 333-345.

Došlo dne 1. 2. 1989

KAPA, Я. — ШТУЛЬЦ, П. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы; Государственный научно-исследовательский институт машиностроения, Прага-Беховице): *Воздушнотехнические системы с рекуперационными теплообменниками из термотрубок*. Земед. Techn., 35, 1989 (12) : 715-723.

На двух секциях поросятника предприятия Глубош испытывали вентиляционную систему с рекуперативными теплообменниками из термотрубок. Для сокращения запыленности их деталей пользовались фильтром. В двух машинных залах системы аттестировали два типа осевого вентилятора. Температурные и воздухотехнические замеры проводили на открытом и закрытом байпасах обменника, с замкнутым байпасом и пускорегулирующим фильтром Финет для отсоса отработанного воздуха.

обратное поступление тепла; термодействие; потери давления; фильтрация воздуха

KÁRA, J. — ŠTULC, P. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepry; State Research Institute for Machine Construction, Praha - Běchovice): *Air-distribution Systems with Recuperation Heat Exchangers of Thermal Tubes*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12) : 715-723.

A ventilation installation with recuperation heat exchangers made of gravity thermal tubes was verified in two sections of a piglet finishing house in the Hluboš Joint Agricultural Enterprise. To diminish the impurities settling on the heat-transmitting surfaces of exchangers in a dusty environment, a filter was used. Two types of propeller fans were tested in two machine rooms of the ventilation. Heat and air distribution measurements were performed in the exchanger with an open bypass valve, in the exchanger with a closed bypass valve, and in the exchanger with a closed bypass valve and an interposed Finet filter for waste air suction.

heat recuperation; thermic efficiency; pressure loss; air filtration

KÁRA, J. — ŠTULC, P. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepry; Staatliches Forschungsinstitut für Maschinenbau, Praha-Běchovice): *Klimatechnische Systeme mit Rekuperationswärmeaustauschern aus Wärmeröhren*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12) : 715-723.

In zwei Sektionen des Kälberaufzuchtstalles des Gemeinsamen Landwirtschaftsbetriebes in Hluboš (SZP Hluboš) wurde ein Lüftungssystem mit Rekuperationswärmeaustauschern aus Gravitationswärmeröhren getestet. Um im staubigen Milieu die Verunreinigung der wärmeaustauschenden Fläche der Austauscher herabzusetzen, setzten wir ein aufbreitetes Filter ein. In zwei Maschinenräumen des Lüftungssystems testeten wir zwei Typen der Axiallüfter. Die thermischen und klimatischen Messungen wurden mit geöffnetem Umlauf des Wärmeaustauschers, mit geschlossenem Umlauf des Wärmemaustauschers und mit geschlossenem Umlauf mit vorgestelltem Filter Finat zur Abluftabsaugung durchgeführt.

Wärmerekuperation; thermische Wirksamkeit; Druckverlust; Luftfiltration

Adresy autorů:

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

Ing. Petr Štulec, Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, 262 00 Praha 9 - Běchovice

Nové ceny vědeckých časopisů ČSAZ

Vzhledem k tomu, že se zvýšily polygrafické náklady a ceny papíru, budou od 1. 1. 1990 upraveny ceny vědeckých časopisů ČSAZ takto:

Rostlinná výroba	22,— Kčs
Živočišná výroba	17,— Kčs
Veterinární medicína	15,— Kčs
Zemědělská technika	15,— Kčs
Zemědělská ekonomika	17,— Kčs
Lesnictví	17,— Kčs
Sborník ÚVTIZ	
Ochrana rostlin	15,— Kčs
Genetika a šlechtění	17,— Kčs
Meliorace	15,— Kčs
Sociologie zemědělství	15,— Kčs
Zahradnictví	15,— Kčs
Potravinářské vědy	15,— Kčs
Scientia agriculturae bohemoslovaca	17,— Kčs
Věstník ČSAZ	14,— Kčs

Vážení čtenáři, věříme, že toto nezbytné opatření přijmete s pochopením.

KONTINUÁLNÍ MĚŘENÍ STAVU ZAPLNĚNÍ HLUBINNÝCH ZÁSObNÍKŮ V OBILNÍCH SÍLECH

Z. Bohuslávek

BOHUSLÁVEK, Z. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Kontinuální měření stavu zaplnění hlubinných zásobníků v obilních silech*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12): 725–732.

Práce se zabývá řešením automatizovaného systému měření hladin v hlubinných zásobnících obilního síla. Na základě teoretického rozboru činnosti kapacitních hladinoměrů byl navržen mikropočítačový kapacitní hladinoměr, který má proti doposud užívaným způsobům měření mnoho předností. Experimentálním měřením byla stanovena vstupní data pro navržený systém – cejchovní křivky podle druhu měřeného obilí a jeho vlhkosti. Dále byl odvozen vliv složek komplexní permitivity obilí na činnost kapacitního hladinoměru SHK.

kapacitní hladinoměr; permitivita obilí; kontinuální měření hladin sypkých hmot; mikropočítačový hladinoměr

V rámci prací na projektu ASŘTP ve velkokapacitních obilních silech a při realizaci první etapy řešení (měřicího a informačního systému) byl dán požadavek na zavedení poměrně přesné objemové evidence materiálu v hlubinných zásobnících síla. Z analýzy současného stavu v ČSSR vyplynulo, že kontinuální měření v tuzemských silech obvykle vůbec není řešeno. Kontinuální snímače hladin vhodné pro připojení k počítači se v ČSSR ani v RVHP nevyrábějí. Jediným kontinuálním hladinoměrem v tuzemsku dostupným je kapacitní hladinoměr SHK, výrobce ZPA Ústí nad Labem. Jeho hlavním nedostatkem je závislost naměřené hodnoty nejen na zaplnění, ale i na permitivitě sledovaného materiálu (obilí). Pracné manuální nastavování vyhodnocovacího zařízení před zaplněním zásobníku jiným materiálem a po zaplnění je příčinou jeho malého využívání a rovněž vylučuje připojení k počítači.

Řešení zadané problematiky bylo zaměřeno na splnění těchto úkolů:

- a) vyřešení možnosti, jak připojit kapacitní hladinoměry k počítači na základě teoretického rozboru jejich činnosti;
- b) způsob měření kapacitními hladinoměry s mikropočítačem;
- c) experimentální stanovení dielektrických parametrů pro vybrané zrniny v závislosti na jejich vlhkosti.

MATERIÁL A METODY

Princip kapacitních kontinuálních hladinoměrů spočívá v měření kapacity kondenzátoru, přičemž elektrody (vodíče) kondenzátoru tvoří zásobník a závěsná sonda (lano) hladinoměru. Geometrické parametry těchto elektrod jsou konstantní, pouze dielektrikum je proměnné v závislosti na zaplnění.

Uvedená metoda měření vyžaduje určitou vodivost stěn zásobníků. Tato vodivost je splněna u ocelových i železobetonových velkokapacitních obilních sil. U železobetonových sil postačuje ke splnění této podmínky správně svařená armatura ocelového skeletu.

Změřená kapacita takto realizovaného kondenzátoru vyjadřuje stav objemového zaplnění zásobníku. Tvorba násypného kužele při vyprazdňování nebo plnění objemové měření negativně neovlivní. Měřením je vlastně zjišťována fiktivní hladina obilí, jejíž rovina vždy leží ve středu výšky kužele (výška ekvivalentního válce). Tato příznivá skutečnost vylučuje chyby jiných, např. dotykových hladinoměrů.

STANOVENÍ ZÁVISLOSTI KAPACITY KONDENZÁTORU BUŇKY NA ZAPLNĚNÍ

Ocelová buňka sila OCOS 50 kt je válec o výšce 45 m a průměru 6 m. Vzhledem k velkému poměru délky a průměru lze zanedbat vliv zakončení buňky kuželovým dnem a ocelovým stropem. Vliv zakončení zásobníků podstatně neovlivní linearitu měření pro poměr délky a průměru zásobníku větší než 3 : 1. Potom lze idealizovat buňku jako válcový kondenzátor a hladinu vrstvy obilí brát jako rovinu ve středu výšky násypného kužele. Situaci zachycuje obr. 1. Z obrázku vidíme, že u nezaplňené buňky jde o dva paralelně řazené kondenzátory s různým dielektrikem. Permittivita obilí ϵ_b je dána součinem

$$\epsilon_b = \epsilon_0 \epsilon_{rb} \quad (1)$$

kde: ϵ_{rb} — poměrná permitivita obilí

Obdobně u vzduchu u prázdné části

$$\epsilon_v = \epsilon_0 \epsilon_{rv} \quad (2)$$

kde: ϵ_v — permitivita vzduchu

ϵ_{rv} — poměrná permitivita vzduchu

Protože $\epsilon_{rv} = 1,000\,585$ je velice blízké 1, můžeme psát

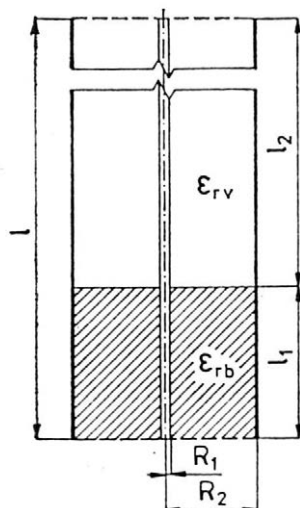
$$\epsilon_v \doteq \epsilon_0$$

Potom pro složenou kapacitu obilní buňky C_B platí:

$$C_B = K \epsilon_0 \epsilon_{rb} l_1 + K \epsilon_0 l_2 \quad (3)$$

kde: $K = \frac{2\pi}{\ln \frac{R_2}{R_1}} = \text{konst.}$; po dosazení $l_2 = l - l_1$

$$C_B = l_1 (K \epsilon_0 \epsilon_{rb} - K \epsilon_0) + K \epsilon_0 l \quad (4)$$



1. Válcový kondenzátor tvořený pláštěm zásobníku (buňky) sila a snímací elektrodou hladinoměru — Cylindrical condenser formed by the casing of a silo bin (cell) and a level-indicator sensor electrode

- ϵ_{rv} — poměrná permitivita vzduchu
- ϵ_{rb} — poměrná permitivita obilí
- l_1 — výška vrstvy obilí
- l_2 — výška prázdné části
- l — výška buňky sila
- R_1 — poloměr lana hladinoměru
- R_2 — vnitřní poloměr buňky

Pro buňku sila platí, že

$$1 \gg R_2$$

— část vztahu $K\varepsilon_0 l$ představuje počáteční kapacitu prázdné buňky, označme ji C_0 ;
 — parametr v závorce $(K\varepsilon_0 \varepsilon_{rb} - K\varepsilon_0)$ je konstantou pro daný druh materiálu s permitivitou ε_{rb} , proto můžeme zavést

$$A = K\varepsilon_0 (\varepsilon_{rb} - 1) \quad (5)$$

Z rozboru vyplývá, že změna kapacity kondenzátoru buňky silu vlivem zaplňování obilím je lineární a platí pro ni vztah:

$$C_B = A l_1 + C_0 \quad (6)$$

PERMITIVITA SKLADOVÉHO MATERIÁLU — OBIÍ

Z rozboru ad a) je zřejmé, že permitivita materiálu se uplatňuje v parametru A vztahu (6), přičemž její změna lineárně ovlivní naměřené hodnoty. Velikost permitivity se výrazně mění s druhem a vlhkostí skladového obilí. K dalším faktorům patří teplota a kvalitativní vlastnosti obilí, které permitivitu ovlivňují podstatně méně. Vliv teploty je u hladinoměru kompenzován obvodovým zapojením.

U kapacitních hladinoměru je sledované dielektrikum ukládáno do vysokofrekvenčního střídavého pole, u hladinoměru SHK jde o frekvenci 180 kHz (ZPA, 1979). Měřená kapacita se nejčastěji uplatňuje v obvodech jako vazební prvek. Poměrná permitivita dielektrika má v těchto případech komplexní charakter (Nelson, 1978, 1979) a její vyjádření určuje vztah:

$$\varepsilon_r = \varepsilon'_r + \varepsilon_j \varepsilon''_r \quad (7)$$

kde: ε'_r — reálná část, rovnající se permitivitě ε_{rb}
 ε''_r — imaginární část, složka charakterizující míru absorpce výkonu danou ztrátovým činitelem $\tan \delta$, pro nějž platí:

$$\tan \delta = \frac{\varepsilon''_r}{\varepsilon'_r} \quad (8)$$

Změna kapacity je ovlivněna pouze reálnou částí ε'_r , kdežto složka ε''_r ovlivní ztráty obvodu a musí s ní být počítáno i při stanovení fázového posuvu u demodulátoru, pokud jím je zařízení vybaveno.

ZPŮSOBY KAPACITNÍHO MĚŘENÍ HLADIN S MIKROPOČÍTAČEM

Problematicku lze řešit dvěma základními způsoby:

a) Využití vstupních dílů (snímačů) hladinoměru SHK a připojit je na analogové vstupy mikropočítače. Cejchování a vyhodnocování provádět programově.

b) Navrhnout nový snímač s digitálním výstupem. Cejchování a vyhodnocování řešit obdobně nebo část úkonů předat vlastnímu snímači.

Při řešení řídicího systému obilního silu byla v první fázi zvolena varianta a), kterou podrobně popsal Bohuslávka (1985). Stav zaplnění bude vyhodnocen výpočtem z dat vyslaných snímačem a příslušných veličin a konstant zadaných z klávesnice obsluhou a uložených v paměti počítače pro každý snímač (zásobník) samostatně. V podstatě bude výpočet probíhat podle vztahu (6) s tím, že C_0 bude získán měřením při prázdném zásobníku a konstanta A bude modifikována údaji zadanými z klávesnice obsluhou. U těchto snímačů se uplatňují obě složky permitivity ε'_r a ε''_r , jak bylo uvedeno.

Jejich vliv byl vyšetřován laboratorním měřením přímo snímači SHK a je vyjádřen v modifikované permitivitě ε_{rh} — hodnotě specifické pro obvody snímače SHK. Získané údaje jsou v současné době doplňovány korekčními součiniteli vlivu stlačení obilí v reálných zásobnících, které jsou získávány měřením snímači instalovanými přímo na hlu-
 binných zásobnících obilního silu.

Navržený způsob měření s kapacitními snímači SHK řeší problematiku sledování stavu zaplnění zásobníků a přináší významnou úsporu investičních nákladů tím, že při aplikaci odpadá část elektronických vyhodnocovacích obvodů (VZH-3) dosavadních hladinoměřů určených pro manuální obsluhu.

EXPERIMENTÁLNÍ STANOVENÍ DIELEKTRICKÝCH PARAMETRŮ PRO VYBRANÉ ZRNINY

Cílem měření bylo objektivně stanovit dielektrické vlastnosti vybraných zrnin ve střídavém elektrickém poli o frekvenci 180 kHz, při které pracují kapacitní hladinoměry SHK. Byly vyšetřovány závislosti permitivity ϵ'_r a ϵ''_r u ovsa, pšenice a ječmene v závislosti na jejich vlhkosti. Zároveň byl zjišťován vliv těchto parametrů na činnost snímače hladinoměru SHK. Pro objektivitu měření byly experimenty prováděny na modelu zásobníku obsahujícím hmotnost obilí zhruba 80 kg. Tím byl také zjišťován vliv stlačení na velikost permitivity.

ZPŮSOB MĚŘENÍ A VÝPOČET PERMITIVITY ϵ'_r A ϵ''_r

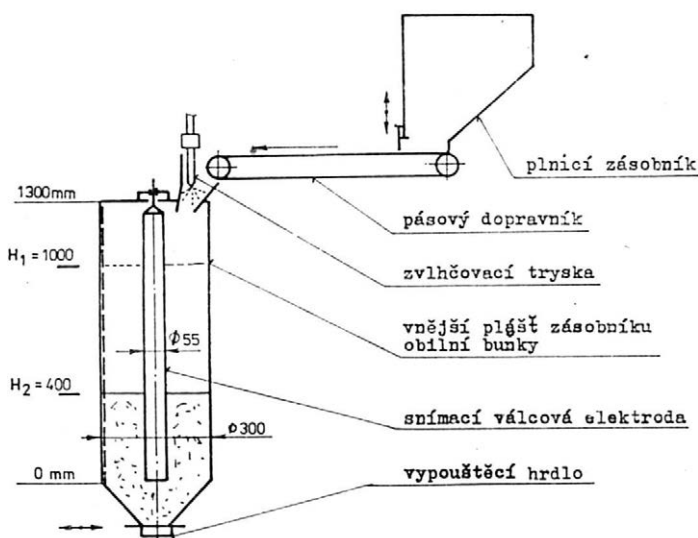
K měření byl použit Q-metr BM 211, přičemž na modelu zásobníku síla byla měřena změna kapacity (C_1 , C_2) a činitele jakosti (Q_1 , Q_2) pro dvě úrovně zaplnění H_1 a H_2 . Ze známých rozměrů zásobníku a sondy, tedy měřeného kondenzátoru, byla permitivita vypočítána.

Model zásobníku, jehož schéma je na obr. 2, reprezentuje zmenšení asi 1 : 35. Byl zhotoven z ocelového plechu o síle 1,5 mm svařováním a umístěn do stojanu, který dále nese plnicí a zvlhčovací zařízení. Ve stěně válce byl zhotoven úzký průřez o šířce 2 cm, krytý vyjímatelným plexisklem. Průzor umožňující sledovat stav zaplnění byl opatřen odcítací stupnicí výšky zásobníku.

Výpočet

Hladiny H_1 a H_2 jsou ve vzdálenosti l_1 a l_2 od dna válcového zásobníku. Pro tyto délky lze ze vztahu (6) odvodit, že platí:

$$C_{B2} - C_{B1} = K\epsilon_0 \cdot (\epsilon'_r - 1) \cdot (l_2 - l_1) \quad (9)$$



2. Schéma laboratorního měřicího zásobníku se zvlhčovacím a plnicím zařízením — Diagram of a laboratory measuring bin with moistening and loading equipments

potom

$$\varepsilon'_r = \frac{\Delta C_B}{(l_2 - l_1) \frac{2\pi}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \varepsilon_0} + 1 \quad (10)$$

kde: ε'_r — reálná část poměrné permitivity
 ΔC_B — rozdíl kapacit naměřených Q-metrem [F]
 l_1, l_2 — vzdálenost hladin [m]
 R_2, R_1 — poloměr sondy a zásobníku [m]
 ε_0 — absolutní permitivita vakua [$8,854 \cdot 10^{-12}$ F·m⁻¹]

Kapacity C_1 a C_2 naměřené Q-metrem postihují jen vliv reálné složky ε'_r . Imaginární složku ε''_r lze vypočítat z naměřených hodnot Q_2, Q_1 (činitelů jakosti kondenzátoru — kapacit C_1 a C_2) a ε'_r .

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{C_2 \cdot (Q_1 - Q_2)}{(C_2 - C_1) Q_1 \cdot Q_2} \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\varepsilon''_r}{\varepsilon'_r}; \quad \varepsilon''_r = \operatorname{tg} \delta \cdot \varepsilon'_r \quad (12)$$

kde: ε''_r — imaginární část poměrné permitivity vyjadřující především ztráty v dielektriku

MĚŘENÍ POMOCÍ SNÍMAČE — VYŠETŘENÍ PERMITIVITY ε_{rh}

Měřením byly získány hodnoty (%) zaplnění. Vždy po sejmutí snímače z elektrod zásobníku byl na jeho vstup připojen proměnný vzduchový kondenzátor a jeho změnou bylo dosaženo shodného procenta zaplnění. Odečtením jeho kapacity na digitálním měřiči RLC E 317 byla odečtena kapacita C_1 a C_2 . Z naměřených hodnot byla pomocí vztahu (10) vypočítána hodnota permitivity ε_{rh} . Kapacita vzduchového kondenzátoru měřená RLC měřičem na frekvenci 1 kHz byla, vzhledem k jeho zanedbatelné kmitočtové závislosti v tomto rozsahu, stejná jako na frekvenci 180 kHz, což jsme ověřili paralelním měřením Q-metrem.

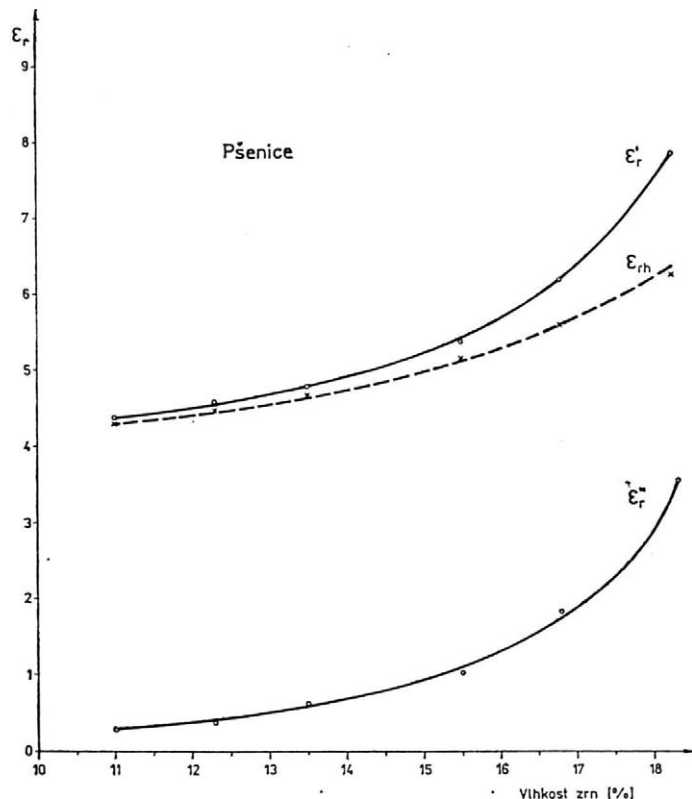
PŘÍPRAVA VZORKŮ OBIÍ — ZVLHČOVÁNÍ ZRNA

Hmotnost měřeného vzorku se pohybovala v rozmezí 80 až 100 kg. Příprava vzorku spočívala v rovnoměrném vlhčení vodní mlhou a pětidenním uskladnění v zásobníku, aby obilní zrno dokonale absorbovalo vodu.

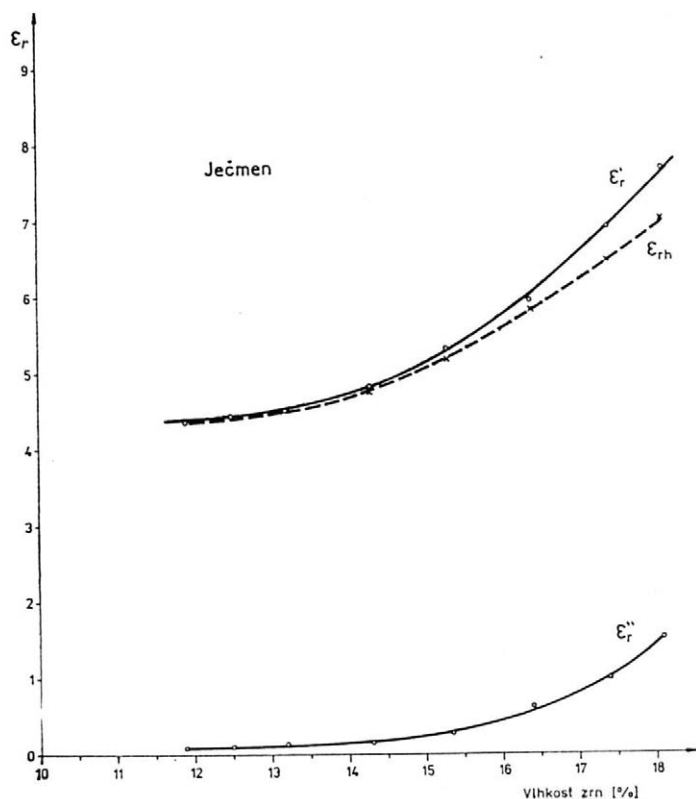
Navlhčené obilí bylo vždy minimálně 24 hodin v klidu v zásobníku. Po této době bylo promíseno přepuštěním. Vlhkost obilí před měřením byla stanovena sušením a vážením zároveň s kontrolou z více míst v zásobníku pomocí elektrického vlhkoměru Weis. K měření byly používány uměle vlhčené vzorky, jejichž dielektrické vlastnosti se mohou v určitých mezích lišit od vzorků přirozeně vlhkých. Tento rozdíl je zanedbatelný vzhledem k požadované přesnosti technologických poměrů (3 %). U vzorků s vlhkostí do 14 %, což je maximální vlhkost přípustná u dlouhodobého skladování, jsou rozdíly zcela zanedbatelné.

VÝSLEDKY

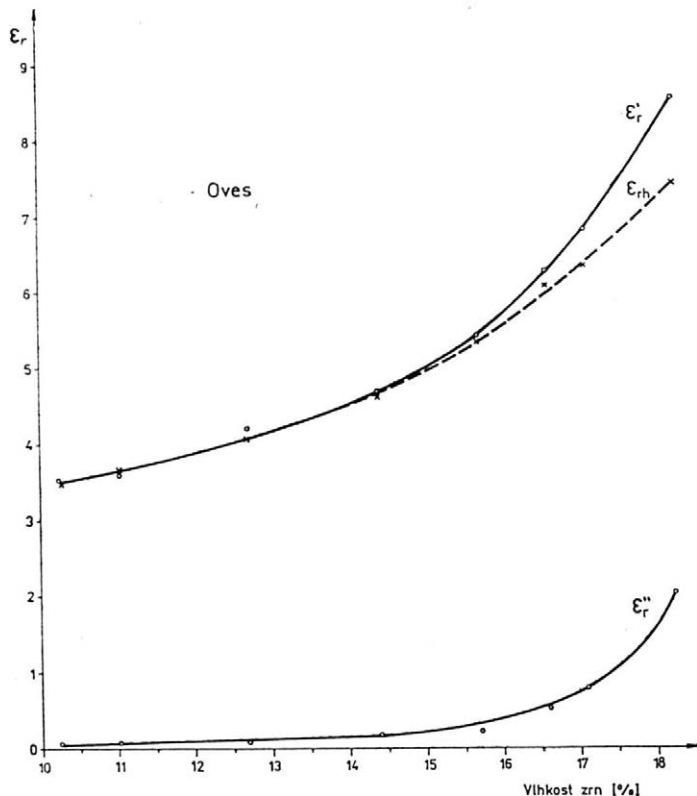
Každé měření se třikrát opakovalo a ze získaných hodnot byl vypočten průměr a směrodatná odchylka. Z těchto údajů byly podle vztahů (10) až (12) vyčísleny hodnoty permitivity. Závislosti permitivity $\varepsilon'_r, \varepsilon''_r$ a ε_{rh} na vlhkosti jednotlivých druhů obilí pro konstantní frekvenci elektrického pole (180 kHz) jsou graficky vyjádřeny na obr. 3 až 5.



3. Výsledky měření poměrných permitivit ϵ'_r , ϵ''_r , a ϵ_{rh} u potravinářské pšenice při frekvenci 180 kHz — Results of measuring relative permittivities ϵ'_r , ϵ''_r , and ϵ_{rh} in bread-making wheat at a frequency of 180 kHz



4. Výsledky měření poměrných permitivit ϵ'_r , ϵ''_r a ϵ_{rh} u průmyslového ječmene při frekvenci 180 kHz — Results of measuring relative permittivities ϵ'_r , ϵ''_r and ϵ_{rh} in industrial barley at a frequency of 180 kHz



5. Výsledky měření poměrných permitivit ϵ'_r , ϵ''_r a ϵ_{rh} u ovsa při frekvenci 180 kHz — Results of measuring relative permittivities ϵ'_r , ϵ''_r and ϵ_{rh} in oats at a frequency of 180 kHz

DISKUSE

Zásadním poznatkem měření je potvrzení vlivu obou složek komplexní permitivity na činnost kapacitního hladinoměru a experimentální stanovení této závislosti. U všech druhů proměřovaných obilnin bylo zjištěno, že pro suché stabilizované zrno je naměřený údaj závislý pouze na reálné složce permitivity ϵ'_r . Ztráty v dielektriku jsou zanedbatelné a potom $\epsilon'_r = \epsilon_{rh}$. Se stoupající vlhkostí obilí roste ztrátový činitel $\tan \delta$, resp. ϵ''_r , a jeho vliv byl potvrzen rozdílem naměřených hodnot $\epsilon'_r - \epsilon_{rh}$. Z měření jasně vyplynulo zjištění, že podle literárních pramenů nejsou dostupné závislosti permitivit obilí jako vstupní data vhodné pro předpokládaný mikropočítačový kapacitní hladinoměr. Na činnost snímače mají vliv obě složky ϵ'_r a ϵ''_r , přičemž vliv imaginární části se uplatňuje u různých druhů obilí odlišně. U pšenice jsou naměřené hodnoty ovlivňovány již od vlhkosti 13,5 %, kdežto u ovsa a ječmene se vliv výrazně projevuje až od vlhkosti 16,5 %. Nejcitlivější je proto stanovení závislosti ϵ_{rh} na vlhkosti a druhu obilí. Tato závislost se uplatní při konstrukci cejchovní křivky dále ověřovaného kapacitního hladinoměru s mikropočítačem. Získané údaje jsou doplňovány korekčními součiniteli vlivu stlačení obilí v reálném zásobníku. Ty se v současné době získávají měřením pomocí instalovaných snímačů přímo v hlubinných zásobnících obilního sila.

ZÁVĚR

Na základě teoretického rozboru činnosti kapacitních hladinoměrů byl navržen způsob připojení kapacitního snímače k mikropočítači a způsob výpočtu výstupních parametrů ze změřených a zadaných vstupních dat. Uskutečnili jsme experimentální měření a získali jsme závislosti pro konstantní frekvenci elektrického pole 180 kHz používanou hladinoměry SHK.

Získané výsledky byly již využity při realizaci první etapy řešení ASŘTP velkokapacitního obilního sila v ZZN Kolín (Silosystém RS).

Literatura

BOHUSLÁVEK, Z.: Teoretické a technické podklady pro mikropočítačový řídicí systém obilního zrna. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1985. 53 s.

NELSON, O. S.: Electrical properties of grain and other food materials. J. Fd Process. Preserv., 2, 1978, s. 137-154.

NELSON, O. S.: Dielectric properties of grain and seed in the 1 to 50 Mc range. ASAE, 8, 1979, s. 38-41.

ZPA Ústí nad Labem: Technické podmínky — hladinoměr SHK. 1979. 28 s.

Došlo dne 19. 12. 1988

БОГУСЛАВЕК, З. (Сельскохозяйственный институт, Прага): *Континуальное измерение состояния наполнения глубинных танков в зерновых элеваторах*. Земѣд. Techn., 35, 1989 (12) : 725-732.

Работа решает проблему автоматизированной системы измерения уровней в глубинных танках зерновых элеваторов. На основании теоретического анализа деятельности емкостных измерителей уровней предложили емкостный измеритель уровня-микро ЭВМ. В противоположность до сих пор использованным способам он имеет ряд преимуществ. Экспериментальным измерением определили выводные данные для предложенной системы — калибровочные кривые по виду и влажности измеряемого зерна. Далее вывели влияние составных частей комплексной пермитивности зерна на деятельность емкостного измерителя уровня СГК.

емкостный измеритель уровня; пермитивность зерна; континуальное измерение уровней сыпучих материалов; емкостный измеритель уровня-микро ЭВМ

BOHUSLÁVEK, Z. (University of Agriculture, Praha): *Continuous Measuring of the Loading of Pits in Grain Silos*. Zemѣd. Techn., 35, 1989 (12) : 725-732.

An automated system is described of measuring grain levels in the pits of grain silos. The function of capacitance level indicators was theoretically analyzed to apply the results to a design of a microcomputer capacitance level indicator, which will have many advantages in comparison with the currently used instruments. Experimental measurements enabled to define input data for the proposed system — calibration curves according to the kind and moisture content of the grain. The effects of the complex permittivity components of grain were determined with respect to the function of an SHK capacitance level indicator.

capacitance level indicator; grain permittivity; continuous measuring of levels of loose materials; microcomputer level indicator

BOHUSLÁVEK, Z. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Kontinuierliche Füllstandmessung bei Tiefbunker von Getreidesilos*. Zemѣd. Techn., 35, 1989 (12) : 725-732.

Die Arbeit befaßt sich mit der Lösung des automatisierten Systems der Füllstandmessung in Tiefbunkern von Getreidesilos. Anhand einer theoretischen Analyse der Tätigkeit von Kapazitäts-Füllstandanzeigern wurde ein Minicomputer-Füllstandanzeiger entworfen, der gegenüber herkömmlichen Messungsmethoden eine Reihe von Vorteilen aufzuweisen hat. Aufgrund experimenteller Messungen wurden die Eingabedaten für das gegebene System bestimmt — die Eichkurven, der Art und Feuchtigkeit des zu messenden Getreides nach. Ferner wurde der Einfluß der Komponenten der Komplexpermittivität des Getreides auf die Tätigkeit des Kapazitäts-Füllstandanzeigers SHK abgeleitet.

Kapazitäts-Füllstandanzeiger; Getreidepermittivität; kontinuierliche Messung von Schüttgutstapelhöhen; Minicomputer-Füllstandanzeiger

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Bohusláv ek, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbald

ELEKTROHYDRAULICKÝ SIMULÁTOR DYNAMICKÉHO ZATAŽENIA SÚSTAVY SPAĽOVACÍ MOTOR — PREVODOVKA

I. Petranský, Š. Drabant

PETRANSKÝ, I. — DRABANT, Š. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Elektrohydraulický simulátor dynamického zataženia sústavy spaľovací motor — prevodovka*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12): 733 — 748.

Základnou úlohou práce bolo navrhnúť elektrohydraulický simulátor tvorený hydrostatickým zatažovacím obvodom s počítačovým riadiacim systémom, vyznačujúci sa tým, že výstupné kanály hydrostatických generátorov sú napojené na elektrohydraulické proporcionálne tlakové ventily. Elektrické vstupy týchto ventilov sú napojené na výstupy počítačového riadiaceho systému. Navrhnutý simulátor sme merali laboratórne. V práci je uvedená použitá technika a spôsoby merania sledovaných veličín, grafické spracovanie a zhodnotenie dosiahnutých výsledkov.

hydrostatický zatažovací obvod; hydrostatický generátor; elektrohydraulický proporcionálny tlakový ventil

Jednou z rozhodujúcich činností pri vývoji a výskume nových mobilných energetických prostriedkov je testovanie jednotlivých uzlov a sústav stroja v laboratórnych podmienkach. Aby sme mohli posúdiť jednotlivé riešenia a úpravy z hľadiska funkčných vlastností a životnosti, nestačia už len statické merania, ale musíme pristupovať k dynamickým režimom.

Tento príspevok rieši návrh elektrohydraulického simulátora na dynamické zatažovanie sústavy spaľovací motor — mechanická prevodovka traktora Z-8011. Zariadenie má umožniť automatizovať ovládanie zataženia a vyhodnocovanie meraných veličín.

METÓDA

Z hľadiska dynamického zatažovania sústavy spaľovací motor — prevodovka bola na zatažovacie zariadenie daná požiadavka zabezpečiť:

- zatažovanie konštantnými momentami,
- zatažovanie skokom,
- zatažovanie sinusovým priebehom,
- zatažovanie prevádzkovým priebehom.

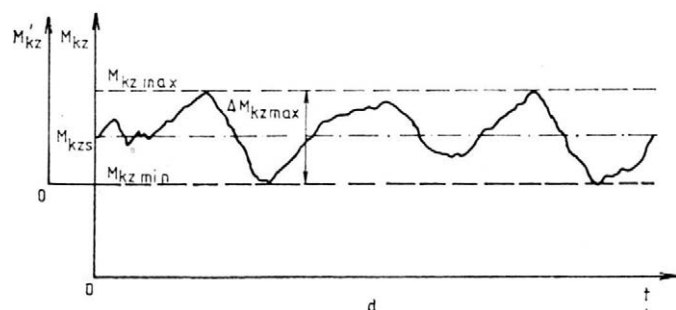
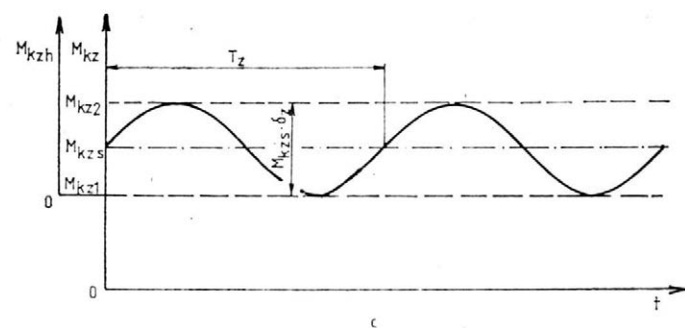
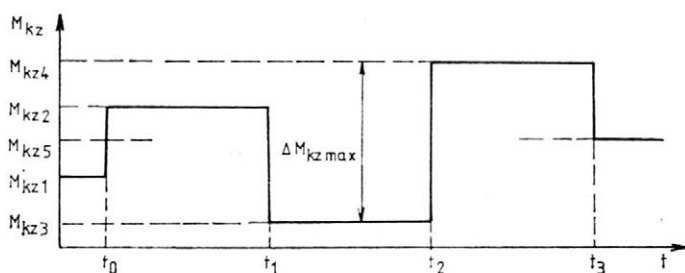
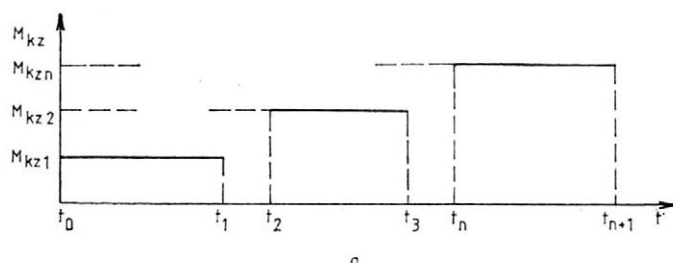
Pre výpočet zatažovacieho zariadenia predpokladáme, že zatažovací výkon na vstupnom hriadieli zatažovacieho zariadenia P_z sa rovná menovitému výkonu spaľovacieho motora P_n , maximálny krútiaci moment $M_{kz \max}$ je daný záberovými podmienkami traktora na betóne a maximálne otáčky vstupného hriadeľa zatažovacieho zariadenia $n_{z \max}$ sú rovné maximálnym otáčkam na výstupe prevodovky $n_{p \max}$ pre prevodové stupne určené pre prácu na poli.

Návrh hydrostatického simulátora bude vychádzať z technických údajov traktora Z-8011.

Maximálny zatažovací moment $M_{z \max}$ (moment na výstupnom hriadieli prevodovky pri 100% preklze hnacích kolies traktora $M_{kP \mu \max}$) určíme zo vzťahu:

$$M_{z \max} = M_{kP\mu \max} = G_t \cdot \frac{r_2 \cdot \mu_{\max} \cdot (1 - k)}{i_{RZ} \cdot \eta_{mRZ}} \quad (1)$$

kde: G_t — tiaž traktora [N]
 r_2 — účinný polomer hnacích kolies traktora [m]
 k — pomer $\frac{Y_{1 \lim}}{G_t}$ ($Y_{1 \lim}$ — reakcia na prednú nápravu traktora na medzi riaditeľnosti)
 $\mu_{\max}$ — súčiniteľ záberu pri preklze = 100 %
 i_{RZ} — prevodový pomer rozvodovky
 η_{mRZ} — mechanická účinnosť rozvodovky



1. Priebiehy zafažovacích momentov — The courses of the moments of load

V tab. I sú uvedené dôležité parametre spaľovacieho motora, prevodovky a hodnoty pre výpočet vstupných parametrov simulátora.

Zaťažovanie konštantnými momentami (obr. 1a) využijeme pri zisťovaní výstupnej charakteristiky sústavy spaľovací motor — prevodovka a rýchlostnej charakteristiky spaľovacieho motora.

Pre náš prípad musí zaťažovacie zariadenie z hľadiska vyvodzovania konštantných zaťažovacích momentov M_{kz} splniť podmienky vyplývajúce z teoretických výstupných charakteristík pre mechanickú prevodovku (tab. I):

$$M_{kz \min} \leq 420 \text{ N.m}; \quad M_{kz \max} = 1132 \text{ N.m}$$

Okrem periodických zmien pracovných odporov (momentov) sa počas práce mobilnej súpravy stretávame so zmenami prechodnými. Pri týchto zmenách sa prechodne zvýši stredný krútiaci moment napr. na výstupnom hriadeľi prevodovky z hodnoty M_{kzs1} na M_{kzs2} (obr. 1b). Prechodné zmeny charakterizuje súčiniteľ preťaženia v_c a perióda cyklu T_c . Hodnoty súčiniteľov δ_z a v_c pre jednotlivé práce uvádzajú Anilovič a Vodolazčenko (1976) (tab. II).

Potom

$$v_c = \frac{M_{kzs2}}{M_{kzs1}} \quad (2)$$

Z hľadiska tejto zmeny postavíme podmienky pre zmenu skokovú.

Pri stanovení konkrétnych hodnôt zaťažovacích momentov pre dimenzovanie zaťažovacieho zariadenia z hľadiska zaťažovania skokovým priebehom vychádzame zo vzťahu (2). Pri výpočte maximálnej skokovej zmeny $\Delta M_{kz \max}$ počítame s momentom $M_{kz \max} = 1132 \text{ N.m}$ a s najnepriaznivejšou hodnotou (pre orbu) $v_c = 1,35$.

Skoková zmena momentu $\Delta M_{kz \max}$ je daná vzťahom:

$$\Delta M_{kz \max} = M_{kz \max} \left(1 - \frac{1}{v_c} \right) \quad (3)$$

Po dosadení dostaneme:

$$\Delta M_{kz \max} = 1132 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,35} \right)$$

$$\Delta M_{kz \max} = 293,2 \text{ N.m}$$

I. Parametre spaľovacieho motora, prevodovky a hodnoty pre výpočet simulátora — Parameters of the internal combustion engine, gearbox and the values for the calculation of the simulator

Prevodový stupeň	Prevodový pomer prevodovky i_p	Maximálny krútiaci moment na výstupe prevodovky pri			Kritické otáčky na výstupe prevodovky pri n_{kr} [s ⁻¹]	Menovité otáčky na výstupe prevodovky pri n_n [s ⁻¹]	Maximálne otáčky na výstupe prevodovky pri $n_{\max}$ [s ⁻¹]
		$M_{kp \max}$ [N.m]	$\mu_{\max}$ na strniisku $M_{kp \mu \max}$ [N.m]	$\mu_{\max}$ na betóne $M_{kp \mu \max}$ [N.m]			
I/1	10,401	2860,275	1068,96	1131,84	2,322	3,518	3,874
I/2	6,599	1824,725	1068,96	1131,84	3,661	5,546	6,106
I/3	4,153	1142,075	1068,96	1131,84	5,817	8,812	9,703
I/4	2,917	802,175	1068,96	1131,84	8,282	12,547	13,815
II/1	3,565	980,375	1068,96	1131,84	6,776	10,266	11,304
II/2	2,262	622,050	1068,96	1131,84	10,680	16,160	17,816
II/3	1,424	391,600	1068,96	1131,84	16,966	25,702	28,300
II/4	1,000	275,000	1068,96	1131,84	24,160	36,600	40,300

II. Hodnoty súčiniteľa stupňa nerovnomernosti (δ_z) a preťaženia (v_c) a periód zmeny krútiaceho momentu (T_z) a cyklu (T_c) pre jednotlivé práce — Values of the coefficient of imbalance rate (δ_z) and overload (v_c) and change periods of torsional moment (T_z) and cycle (T_c) for individual operations

Súčiniteľ, perióda	Pracovná operácie		
	orba	bránenie	sejba
δ_z	0,28 — 0,30	0,06 — 0,12	0,15 — 0,26
T_z [s]	0,20 — 2,00	0,10 — 0,30	0,15 — 0,40
v_c	1,10 — 1,35	1,05	1,10 — 1,30
T_c [s]	40 — 4000	40 — 400	40 — 400

Zaťažovanie momentom $\Delta M_{kz \max} = 293,2 \text{ N.m}$ musí vyvolať príslušný zaťažovací hydrostatický obvod určený pre vytváranie skokovej zmeny momentu.

Pri výpočte hodnoty M_{kz} , ktorú musí vyvolať zaťažovací hydrostatický obvod určený pre vyvodzovanie konštantných momentov, berieme do úvahy najnepriaznivejšiu hodnotu $v_c = 1,05$ (pre bránenie).

Potom:

$$M_{kz} = \frac{M_{kz \max}}{v_c} \quad (4)$$

a po dosadení:

$$M_{kz} = \frac{1132}{1,05} = 1078 \text{ N.m}$$

Predpokladajme, že zaťažovací moment na výstupnom hriadieli prevodovky zariadenia M_{kz} má sínusový priebeh (obr. 1c).

Konkrétne hodnoty zaťažovacích momentov pre dimenzovanie zaťažovacieho zariadenia z hľadiska zaťažovania sínusovým priebehom stanovíme zo vzťahu:

$$M_{kz} = M_{kzs} \left(1 - \frac{\delta_z}{2}\right) + M_{kzs} \frac{\delta_z}{2} \left(1 + \sin \frac{2\pi}{T_z} \cdot t\right) \quad (5)$$

Prvý člen na pravej strane rovnice vyjadruje konštantný moment M_{kz1} a druhý člen harmonický priebeh M_{kzh} nad momentom M_{kz1} .

Potom:

$$M_{kz1} = M_{kzs} \left(1 - \frac{\delta_z}{2}\right) \quad (6)$$

$$M_{kzh} = M_{kzs} \frac{\delta_z}{2} \left(1 + \sin \frac{2\pi}{T_z} \cdot t\right) \quad (7)$$

Pri výpočte berieme do úvahy $M_{kzs} = 1000 \text{ N.m}$ a najnepriaznivejšie hodnoty δ_z (pre bránenie) (tab. II). Potom po dosadení do vzťahu pre M_{kz1} dostaneme hodnotu konštantného zaťažovacieho momentu, ktorú musí vyvolať zaťažovanie zariadenia svojím príslušným hydrostatickým obvodom:

$$M_{kz1} = 1000 \left(1 - \frac{0,06}{2}\right)$$

$$M_{kz1} = 970 \text{ N.m}$$

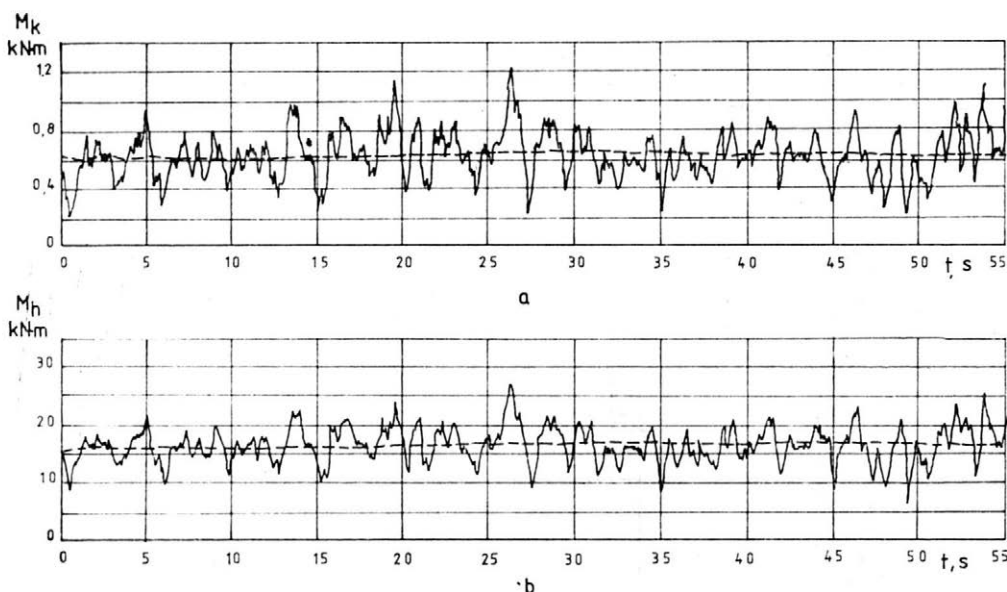
Hydrostatický zaťažovací obvod pre vytváranie sínusového priebehu zaťažovacieho momentu musí vytvoriť maximálny moment:

$$M_{kzh} = M_{kzs} \cdot \delta_z \quad (8)$$

Pri výpočte počítame s najnepriaznivejšou hodnotou δ_z (pri orbe). Po dosadení do vzťahu (8) dostaneme:

$$M_{kzh} = 1000 \cdot 0,3$$

$$M_{kzh} = 300 \text{ N.m}$$



2. Priebehy krútiacich momentov nameraných v prevádzke — The courses of the torsional moments measured during operation

Predpokladajme, že zaťažovací moment na výstupnom hriadeľi prevodovky sústavy spaľovací motor — prevodovka má priebeh, ktorý je znázornený na obr. 1d. Potom výsledný zaťažovací moment na výstupnom hriadeľi prevodovky zariadenia (hriadeľa simulátora) je daný vzťahom:

$$M_{kz} = M_{kz \min} + M'_{kz} \quad (9)$$

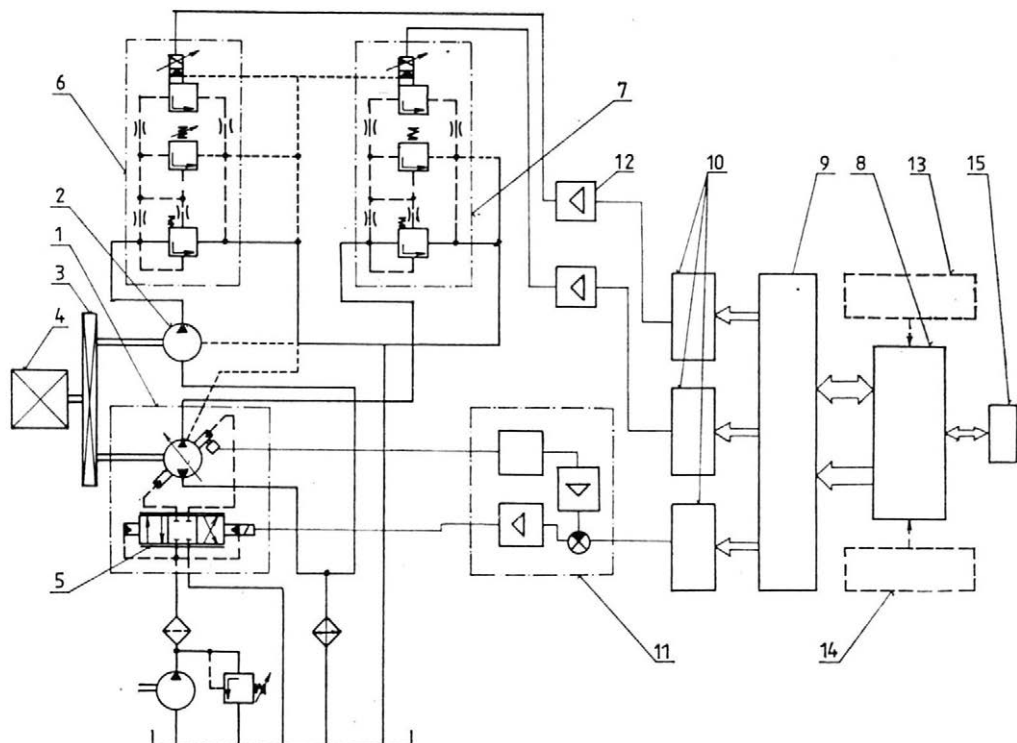
Meranie exploatačného zaťaženia traktora Z-8011 v súprave s pluhom 4-PN-30-2 a 4-PX-30 uskutočnil na katedre energetiky VŠP v Nitre Drabant (1987). Z uvedených nameraných priebehov sme vychádzali pri realizácii navrhovaného zaťažovacieho zariadenia a pri jeho overovaní.

Pre súpravu traktor Z-8011 — pluh PX-30 pri orbe so strednou pracovnou hĺbkou 0,175 m a pri strednej pracovnej rýchlosti 0,92 m.s⁻² sú priebehy krútiaceho momentu M_k na výstupe prevodovky a momentu M_h na hnacej náprave uvedené na obr. 2a, b.

VLASTNÁ PRÁCA

Ako inšpiračný vzor pre návrh elektrohydraulického obvodu simulátora dynamického zaťažovania sústavy spaľovací motor — prevodovka v laboratórnych podmienkach sme využili funkčnú schému uvedenú v prihláške vynálezu PV 245-86 (Petranský a Drabant, 1986). Funkčná schéma je znázornená na obr. 3.

Hydraulický obvod simulátora (obr. 3) určeného pre dynamické zaťažovanie mobilných energetických prostriedkov a ich uzlov pozostáva zo zaťažovacieho regulačného hydrogenerátora s elektrohydraulickým riadením geometrického objemu 1 a z neregulačného zaťažovacieho hydrogenerátora 2. Zaťažovacie hydrogenerátory sú prostredníctvom hriadeľov mechanicky napojené na mechanickú prevodovku simulátora 3. Vstupný hriadeľ prevodovky je napojený na kľukový hriadeľ spaľovacieho motora alebo na výstupný hriadeľ sústavy spaľovací motor — prevodovka 4. Hodnota zaťažovacieho momentu M_z na hriadeľi simulátora je funkciou prevodového pomeru i v mechanickej prevodovke simulátora, geometrického objemu zaťažovacích hydrogenerátorov V_G a tlakových spádov na hydrogenerátoroch p_G . Geometrický objem regulačného hydrogenerátora je spojitou riadený pomocou dvojstupňového elektrického servoventilu 5 a tlakový spád na oboch hydrogenerátoroch je spojitou riadený s elektrohydraulickými



3. Obecný návrh funkčnej schémy hydraulického obvodu simulátora — General design of the functional scheme of the simulator hydraulic circuit.

proporcionálnymi tlakovými ventilmi 6 a 7. Zaradené elektrohydraulické proporcionálne tlakové ventily sú aktívnymi členmi elektrohydraulického systému simulátora a zabezpečujú spojitý prevod elektrického prúdu na úmerný tlak pracovnej kvapaliny.

Hydrostatický obvod simulátora podľa vynálezu umožňuje spojenú zmenu geometrického objemu regulačného zaťažovacieho hydrogenerátora a tlakových spádov na zaťažovacích hydrogenerátoroch. Zavedené hydraulické prvky — dvojstupňový elektrohydraulický servoventil 5 a elektrohydraulické proporcionálne tlakové ventily 6, 7 sú riadené prostredníctvom navrhnutého počítačového riadiaceho systému, a tak je možné voliť podľa programu ľubovoľný zaťažovací režim včítane prevádzkového. Navrhovaný počítačový riadiaci systém (obr. 3) simulátora pozostáva z centrálnej procesorovej jednotky 8, ktorá je cez jednotku styku s prostredím 9, digitálno-analógové prevodníky 10 a elektronickú riadiacu jednotku 11 napojená na dvojstupňový elektrohydraulický servoventil 5 a cez zosilňovač 12 na elektrohydraulické proporcionálne tlakové ventily 6 a 7.

Činnosť celého riadiaceho systému zabezpečuje riadiaci program 13 a údajový súbor 14 charakterizujúci dynamické prevádzkové zaťaženie získané z meraní v prevádzke a simulované v laboratóriu simulátorom. Centrálné ovládanie riadiaceho systému sa uskutočňuje prostredníctvom alfanumerickej zobrazovacej jednotky s klávesnicou 15 pomocou príslušných inštrukcií. Navrhnutý elektronický riadiaci systém umožňuje podľa vopred zvoleného algoritmu simulovať ľubovoľný priebeh zaťaženia na vstupnom hriadeľi simulátora. Algoritmus zaťaženia je zadaný pomocou klávesnice. Riadiaci program umožňuje vytvárať zaťaženie podľa analyticky zadanej funkcie (napr. sínusový priebeh, jednotkový skok, trojuholníkový priebeh) a obecný (prevádzkový) priebeh

prostredníctvom vzorkovaného spojitého priebehu získaného v prevádzke a uloženého v údajovom súbore.

Hydrostatický obvod navrhnutého simulátora (obr. 4) pozostáva z jedného regulačného zaťažovacieho hydrogenerátora 1 s elektrohydraulickým riadením geometrického objemu pomocou dvojestupňového elektrohydraulického servoventilu 8 spolu so snímačom polohy 21 a zo šiestich zaťažovacích hydrogenerátorov 2–7 a konštantným geometrickým objemom. Tlakový spád na hydrogenerátore 1 a tomu odpovedajúci zaťažovací moment možno spojiť meniť elektrohydraulickým proporcionálnym ventilom 9. Zaťažovací moment je možné tiež spojiť zmenou geometrického objemu regulačného hydrogenerátora 1. Tlakový spád na hydrogenerátore 2 a tomu odpovedajúci zaťažovací moment sa mení elektrohydraulickým proporcionálnym tlakovým ventilom 10, na hydrogenerátoroch 3, 4 elektrohydraulickým proporcionálnym tlakovým ventilom 11 a na hydrogenerátoroch 5–7 elektrohydraulickým proporcionálnym tlakovým ventilom 12. U konkrétneho simulátora sú zaťažovacie hydrogenerátory 1, 3, 4, 5, 6, 7 upevnené na prevodovke simulátora, ktorá má centrálny vstupný hriadeľ. Na vstup centrálného hriadeľa sa napája napríklad výstupný hriadeľ traktorovej prevodovky a na výstupe je napojený hydrogenerátor 2. Zaťažovací obvod hydrostatického obvodu simulátora je riešený ako uzatvorený a jeho dopĺňovanie sa uskutočňuje doplnovacím hydrogenerátorom 13, ktorého nasávací kanál je spojený cez čistič 14 s nádržou pracovnej kvapaliny 15. Doplnovací tlak je nastavený tlakovým ventilom 16 a teplo, ktoré vzniká pri zaťažovaní, sa odvádza chladičom 17. Dvojestupňový elektrohydraulický servoventil 8 je napojený na zdroj konštantného tlaku 18 cez čistič 19. Veľkosť napájacieho tlaku sa nastavuje prepúšťacím ventilom 20.

Ohrievanie pracovnej kvapaliny na prevádzkovú teplotu pred vlastným meraním a prečistenie pracovnej kvapaliny v nádrži 15 sa uskutočňuje samostatným obvodom pozostávajúcim z hydrogenerátora 22, rozvádzača 23, tlakového ventilu 24 a čističov 25 a 26.

Na základe uskutočnených výpočtov z hydrogenerátorov vyrábaných v ČSSR sme volili jeden regulačný hydrogenerátor (obr. 4, pol. 1) PPARI-63-2, päť hydrogenerátorov ACK16-7 (obr. 4, pol. 3–7) a jeden hydrogenerátor ACK25-7.

Na uskutočnenie spojitého prevodu elektrického prúdu na úmerný tlak pracovnej kvapaliny sme použili elektrohydraulické proporcionálne tlakové ventily realizované na základe tlakových ventilov VP 2–20 (obr. 4, pol. 9–12). Uvedený ventil bol doplnený riadiacim tlakovým ventilom, ktorý pozostáva z dvoch častí:

- elektricko-mechanický prevodník $I [A]/F [N]$, proporcionálny magnet,
- mechanicko-hydraulický prevodník $F [N]/p [MPa]$.

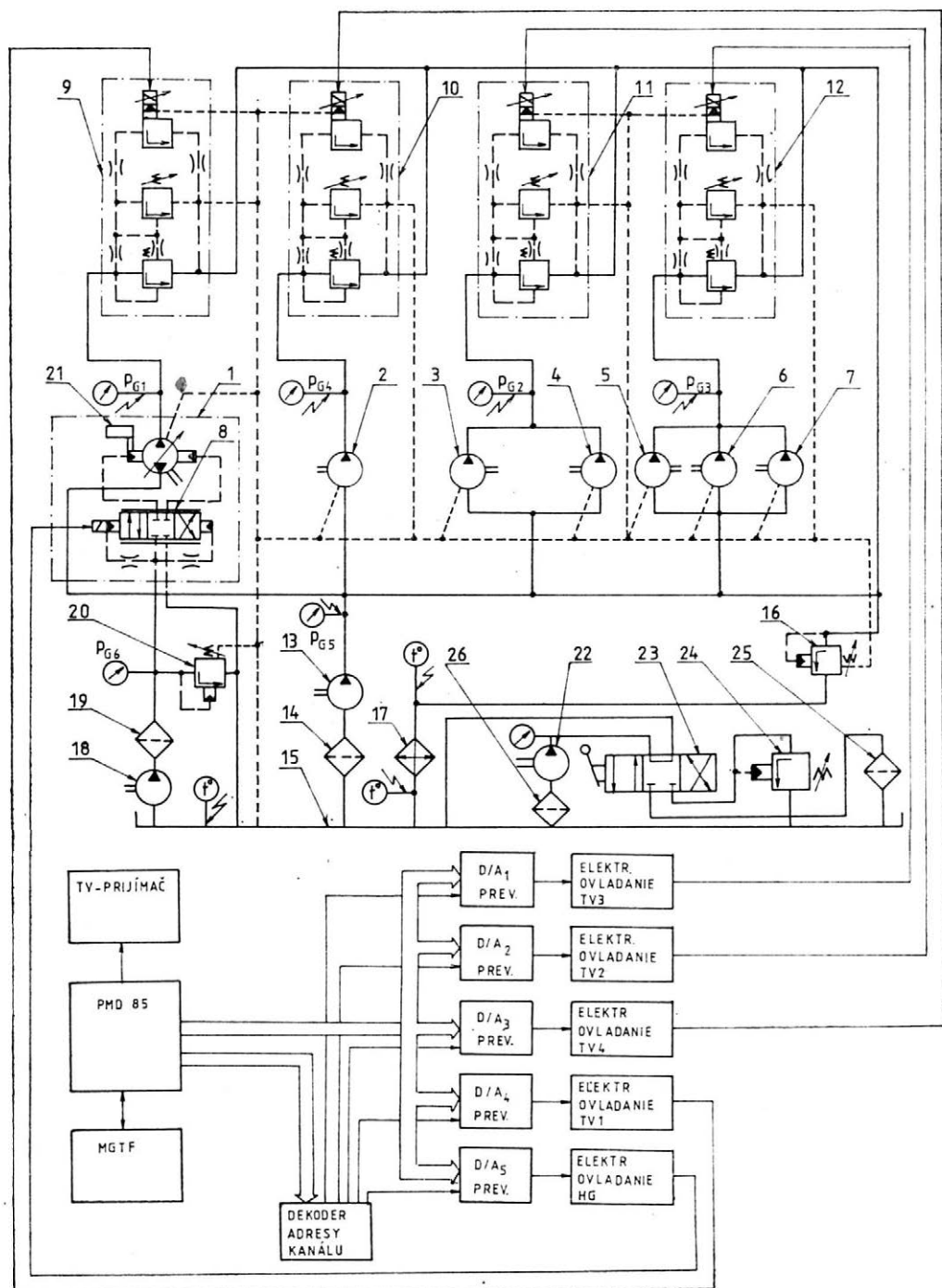
Ako elektricko-mechanický prevodník bol použitý proporcionálny magnet PM 035, vyvinutý v ZŤS – VVÚ Martin. Sila magnetu je $F = 85 \text{ N}$ pri $I = 0,9 \text{ A}$, zdvih jadra $h = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Statická charakteristika elektrohydraulického proporcionálneho tlakového ventilu $p_A = z(I)$ je na obr. 5, prechodová charakteristika p_1 ; $p_A = f(I)$ na obr. 6.

Na udržiavanie konštantného tlaku v doplnovacej vetvi zaťažovacieho obvodu sme použili tlakový ventil VP 2–20 (obr. 4, pol. 16).

Požadovanej filtrácie pracovnej kvapaliny v nasávacej vetvi doplnovacieho obvodu sme dosiahli štyrmi čističmi oleja FS 32-10-1.

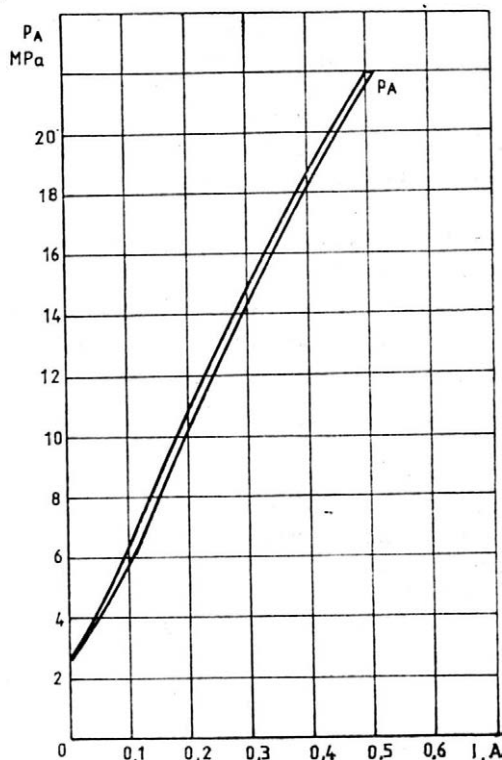
Prebytočná pracovná kvapalina z odľahčenej vetvy zaťažovacieho obvodu je vedená do troch chladičov (obr. 4, pol. 17). Použili sme tankové chladiče oleja doplnené elektromotormi s ventilátormi z chladenia osobných automobilov Š-120.

Číslicový riadiaci systém hydrostatického zaťažovacieho obvodu simulátora (obr. 4) pozostáva z mikropočítača PMD-85, magnetofónu SP-210, televízneho prijímača Merkur a sústavy D/A prevodníkov. Ku konektoru K4 mikropočítača je na spoločnej údajovej zberni pripojených päť D/A prevodníkov, z ktorých štyri sú určené pre ovládanie elektro-

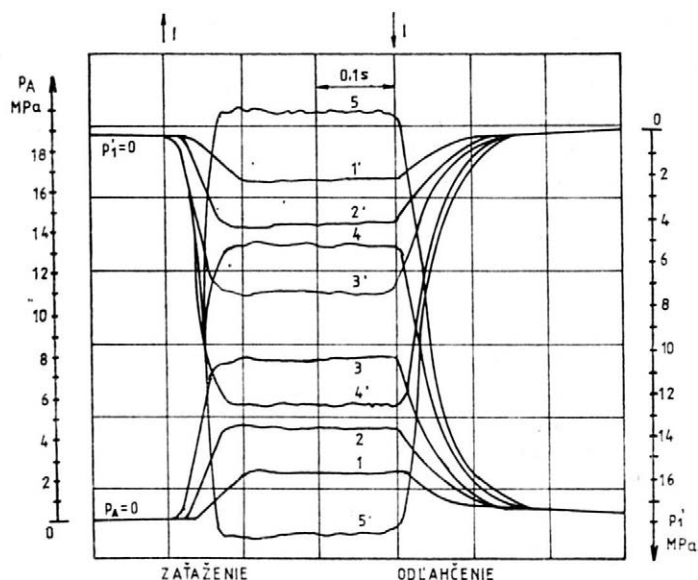


4. Hydraulický obvod navrhnutého simulátora — Hydraulic circuit of the designed simulator

5. Statická charakteristika elektrohydraulického proporčního tlakového ventilu — Static characteristics of the electro-hydraulic proportional pressure valve



6. Prechodová charakteristika elektrohydraulického proporčního tlakového ventilu — Transient curve of the electro-hydraulic proportional pressure valve



hydraulických proporcionálnych tlakových ventilov a piaty pre ovládanie servoventila regulačného hydrogenerátora. Výstupy z D/A prevodníkov sú pripojené na elektronické ovládače elektrohydraulických tlakových ventilov a regulačného hydrogenerátora, ktoré menia vstupné napätie z prevodníka na výstupný prúd. Týmto prúdom je napájaný elektromagnet elektrohydraulického proporcionálneho tlakového ventilu a servoventila regulačného hydrogenerátora.

Pre každý kanál je použitý vlastný osembitový monolitický D/A prevodník MD AC-08 s vlastnou pamäťou riadiaceho slova zloženou z dvoch obvodov MH 7475. Obvod určenia adresy kanálu využíva detektor adres MH 3205.

Prevodníky sa napájajú zo zdroja s napätiami $+5\text{ V}$, $+15\text{ V}$ a -15 V .

Program pre obsluhu prevodníkov je napísaný v jazyku Assembler a využíva prerušovací systém počítača. Toto riešenie umožňuje ovládať každý ventil v predpísaných časových intervaloch podľa vlastného súboru dát, nezávisle od práce ostatných kanálov, pričom najkratšia možná zmena výstupnej hodnoty sa do počítača nahráva z magnetofónu SP-210.

Po ukončení vývoja a stavby simulátora sme boli požiadaní ZŤS, kombinátom VVÚ Martin, o zmenu plánovaných meraní. Ešte pred započatím overovania simulátora ZŤS zrušili skúšanie životnosti násobiča krútiaceho momentu traktorovej prevodovky UR II B Z-80 a zadali novú úlohu. Boli to skúšky 3° násobiča krútiaceho momentu s lamelovou brzdou za účelom sledovania opotrebenia lamiel. Násobič krútiaceho momentu sa skúšal v zostave s prevodovkou UR IV P-90 č. P-68.000-651-4. S uvedenou prevodovkou v sústave so spaľovacím motorom Zetor 8602.1 sme uskutočnili aj overovacie merania simulátora.

Schéma zapojenia snímačov a meracích prístrojov pre meranie sústav spaľovací motor (SM) — mechanická prevodovka (MP) — simulátor (S) a spaľovací motor (SM) — hydrostatická prevodovka (HSP) — simulátor (S) je na obr. 7. Z hľadiska požiadaviek vyplývajúcich z danej meracej metódy sme použili snímače a meracie prístroje, ktoré umožňujú kontinuálny záznam zmien meraných veličín.

Tlak a jeho zmeny sme merali tenzometrickými tlakomerami prevedenia TT. Krútiaci moment spaľovacieho motora M_k sme merali tenzometrickým snímačom, na ktorý sa napojí celý merací systém s bezkontaktným prenosom signálu od firmy PHILLIPS. Na meranie zaťažovacieho krútiaceho momentu M_{kz} na hriadeľ simulátora sme použili rotačný tenzometrický dynamometer T 1/100 (výrobok firmy HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH). K meraniu otáčok hriadeľa spaľovacieho motora n a simulátora n_s sme použili fotoelektrický snímač s prevodníkom kmitočet—napätie (f/U). Otáčky n_s sú rovné otáckam na výstupnom hriadeľi testovanej prevodovky n_P .

Ku kontinuálnemu záznamu zmien meraných veličín sme použili 14-stopý merací magnetofón TESLA EAM 500 a 12-slučkový oscilograf s priamoviditeľným záznamom NO 71 v spojení s meracím systémom M 1000.

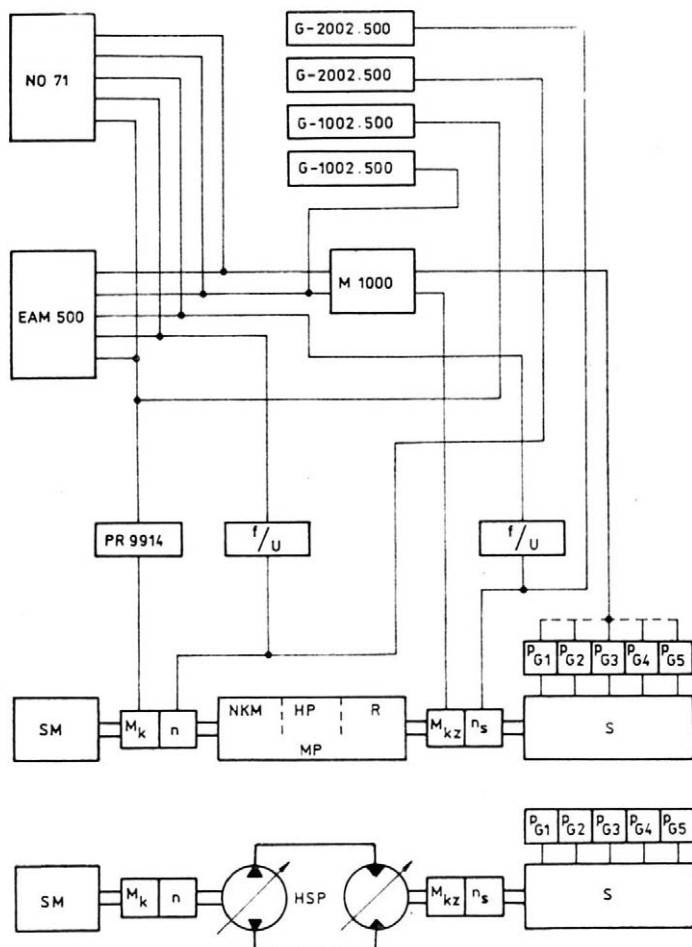
Pri meraní sústavy bodovou metódou sme pre nastavenie a odčítanie tlakov v hydraulických obvodoch simulátora použili deformačné tlakomery pre nastavenie krútiacich momentov číslicové voltmetre G-1002.500 a pre nastavenie otáčok čítače G-2002.500.

Dynamické merania na navrhnutom simulátore sme rozdelili do týchto troch častí:

- merania pri zaťažovaní skokom,
- merania pri zaťažovaní sinusovým priebehom,
- merania pri zaťažovaní priebehmi získanými z prevádzky.

Merania pri použití skokových zaťažovacích charakteristík sme urobili takmer v celom rozsahu obmedzenom maximálnym krútiacim momentom $M_{kP} \mu_{\max}$ na výstupe prevodovky pri $\mu_{\max}$ na betóne. Graficky sme registrovali veličiny M_{kz} , n_P , p_{G1} , p_{G2} , p_{G3} , p_{G4} , p_{G5} .

7. Schéma zapojenia snímačov a meracích prístrojov pre meranie sústav spaľovací motor — prevodovka — simulátor — Wiring diagram of the readers and measuring instruments for measurement of the systems internal combustion engine — gearbox — simulator



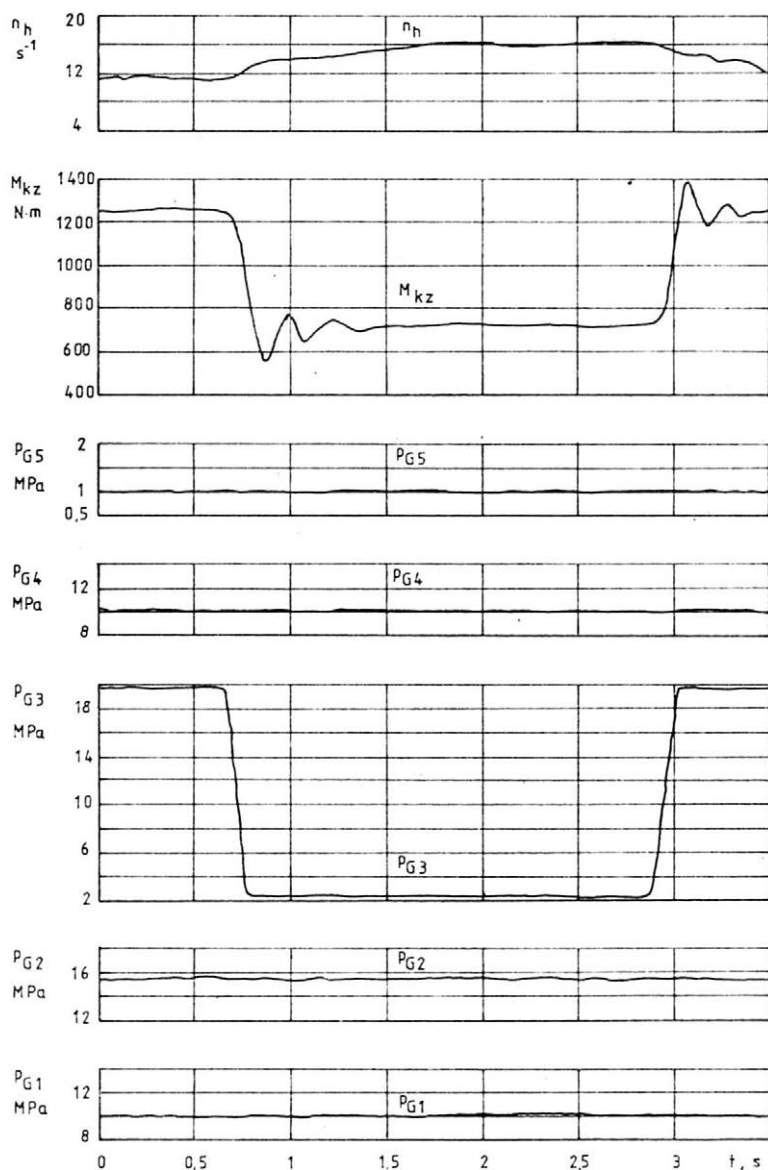
Vybraný grafický záznam časových priebehov meraných veličín je na obr. 8.

Merania pri použití sústavy SM-MP-S dynamickým zatažovaním sínusovým priebehom momentu M_{kz} sme vykonali pri rôznych amplitúdach a frekvenciách. V priebehu merania sa veličiny M_{kz} , n_P , p_{G1} , p_{G2} , p_{G3} , p_{G4} kontinuálne zaznamenávali na EAM 500 a oscilograf NO 71. Zatažovanie sínusovým priebehom sme realizovali zmenou geometrického hydrogenerátora PPAR 1-63-21. Grafické záznamy časových priebehov meraných veličín sú znázornené na obr. 9.

Merania pri použití sústavy sledovanej dynamickým zatažovaním sínusovým priebehom kombinovaným s prechodným zväčšením stredného zatažovacieho momentu sme uskutočnili pri rôznych amplitúdach a frekvenciách. Vybrané časové priebehy meraných veličín M_{kz} , n_P sú znázornené na obr. 10.

Priebeh momentu z prevádzkových podmienok sme získali meraním na traktorovej orebnej súprave pozostávajúcej z traktora Z-8011 a pluhu 4-PX-30. Krútiaci moment bol meraný na výstupnom hriadieli prevodovky a registrovaný na merací megnetofón.

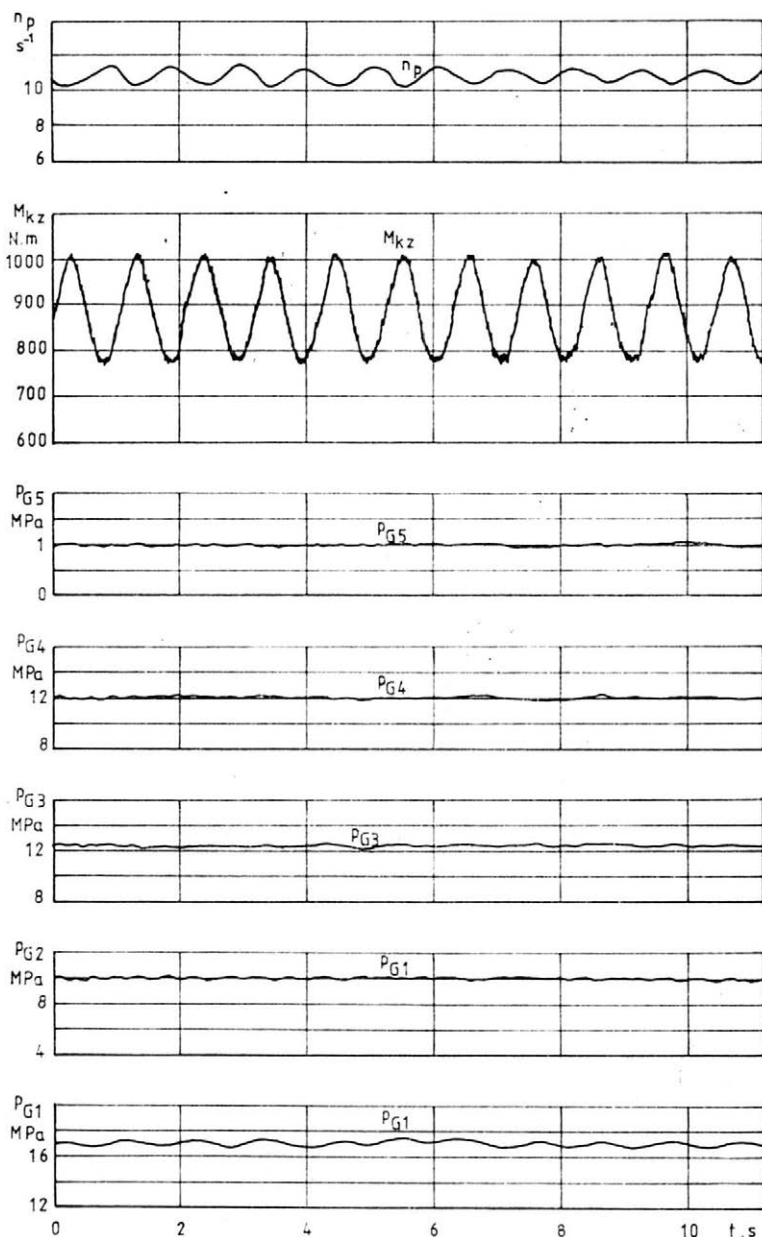
Vybraný grafický záznam časových priebehov meraných veličín M_{kz} , n_P a priebehu momentu M_{kP} nameraného v prevádzkových podmienkach na výstupnom hriadieli prevodovky traktora Z-8011 je na obr. 11.



8. Grafický záznam časových priebehov meraných veličín pri zafažovaní skokom —
Graphic record of the time courses of the measured values during jump load

DISKUSIA A ZÁVER

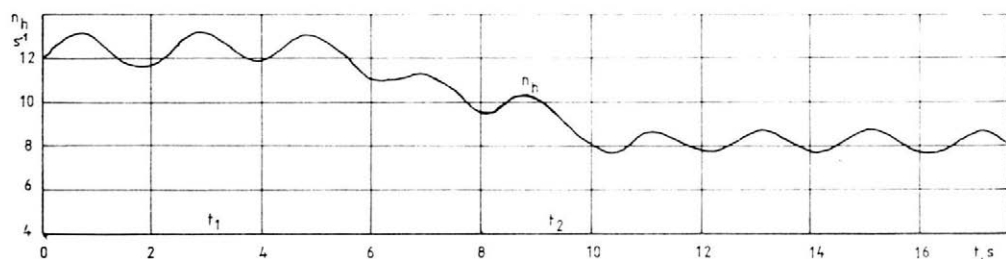
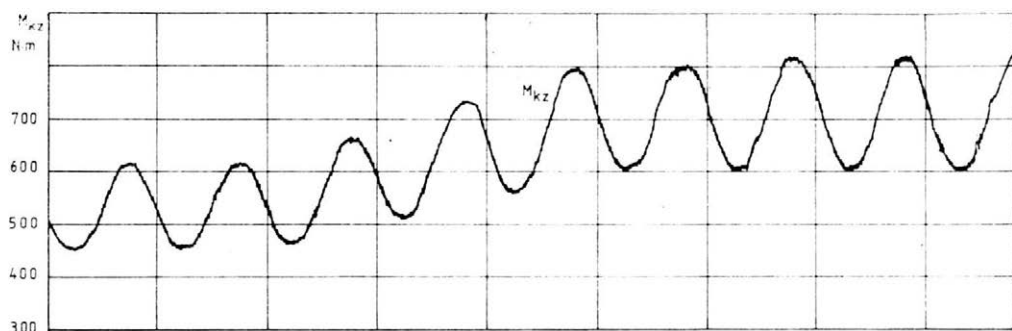
Meranie skokom sme uskutočnili takmer v celom rozsahu činnosti spaľovacieho motora pri jednotlivých prevodových stupňoch. Krútiaci moment na výstupnom hriadeľi prevodovky v okamžiku zmeny zafažovacieho momentu skokom dosahuje minimálne, alebo maximálne hodnoty. Po dosiahnutí tejto hodnoty nastáva plynulé tlmené kmitanie. Maximálny čas pri odľahčení je 0,42 s a pri zafažení 0,43 s. Po dosiahnutí ustáleného



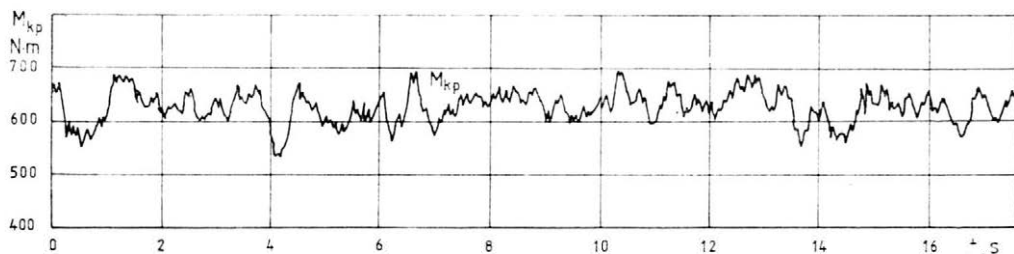
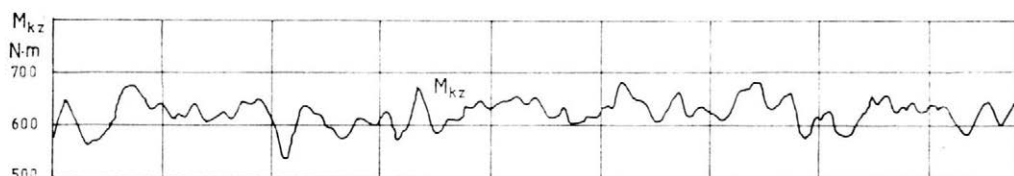
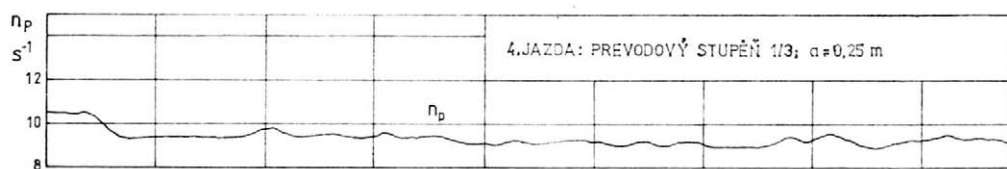
9. Grafický záznam časových priebehov meraných veličín pri zafažovaní sínusovým priebehom — Graphic record of the time courses of the measured values during sinus course load

stavu má krútiaci moment na výstupnom hriadieli prevodovky konštantnú hodnotu aj pri premenlivých otáčkach hriadeľa. Namerané hodnoty pre v_c vyhovujú požiadavkám.

Z výsledkov meraní, ktoré sme uskutočnili pri zafažovaní sínusovým priebehom, vyplynulo, že simulátor spĺňa požiadavky z hľadiska požadovaných hodnôt zafažovacích momentov, stupňa nerovnomernosti δ_z a periódy zmeny krútiaceho momentu T_z .



10. Grafický záznam časových priebehov meraných veličín pri zafažovaní sinusovým priebehom a prechodným zvýšením momentu — Graphic record of the time courses of the measured values during sinus course load and transient moment increase



11. Grafický záznam časových priebehov meraných veličín a momentu M_{kp} nameraného v prevádzkových podmienkach — Graphic record of the time courses of the measured values and M_{kp} moment measured under operation conditions

Priebeh momentu pre simulovanie prevádzkového zaťaženia bol získaný meraním súpravy traktora Z-8011 a pluhu 4-PX-30. Nameraný priebeh momentu M_{kp} a M_{kz} sme posúdili na základe kriviek hustoty pravdepodobnosti. Zo vzájomného porovnania vyplynulo, že pre odpovedajúce jazdy sú rozdiely nepatrné. Najväčšie rozdiely sú v maximách kriviek hustôt pravdepodobnosti (max. 3,65 %). U simulovaných priebehov je v porovnaní s prevádzkovými priebehmi rozptyl hodnôt menší (max. 9,4 %).

Na základe výsledkov, ktoré sme získali laboratórnym meraním simulátora, možno konštatovať, že navrhnutý elektrohydraulický simulátor vyhovuje pre simulovanie zaťaženia sústavy spaľovací motor — prevodovka z hľadiska prevádzky poľnohospodárskeho traktora.

Literatúra

ANILOVIČ, V. J. — VODOLAŽČENKO, J. T.: Konstruovanie i razčet sel'skochoz-jajstvennych traktorov. Moskva 1976.

DRABANT, Š.: Výskum zaťaženia poľnohospodárskeho traktora pre simuláciu v laboratórnych podmienkach. [Kandidátska dizertačná práca.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1978.

PETRANSKÝ, I. — DRABANT, Š.: Hydrostatický simulátor dynamického zaťažovania mobilných energetických prostriedkov a ich uzlov. Prihláška vynálezu PV 245-86. 1986.

Došlo dňa 16. 2. 1989

ПЕТРАНСКИ, И. — ДРАБАНТ, Ш. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Электрогидросимулятор динамической загрузки системы двигатель внутреннего сгорания — коробка передач. Земед. Техн., 35, 1989 (12) : 733-748.

Главная задача состояла в выдвигении электрогидросимулятора, состоящего из гидростатической нагрузочной цепи с системой управления ЭВМ, в которой выходящие каналы гидростатических генераторов подключены к электрогидронапорным клапанам пропорционально. Их электроводы соединены с выходами вычислительной системы управления. Промеры симулятора проводили в лаборатории. Приводятся техника и способы замера прослеживаемых величин, графические изображения и итог достижений.

гидростатическая нагрузочная цепь; гидростатический генератор; электрогидравлический пропорциональный напорный клапан

PETRANSKÝ, I. DRABANT, Š. (Agriculture University, Nitra): *Electro-hydraulic Simulator of the Dynamic Load of the System Internal Combustion Engine — Gearbox*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (12) : 733-748.

The basic aim of this work was to design an electro-hydraulic simulator formed by the hydrostatic load circuit with the computer control system for which it is characteristic that the output channels of the hydrostatic generators are connected to the electro-hydraulic proportional pressure valve. The electric inputs of these valves are connected with the outputs of the computer control system. The designed simulator was measured in laboratory. The present work describes the utilized technology and measurement methods of the examined values, graphic representation and evaluation of the obtained results.

hydrostatic load circuit; hydrostatic generator; electro-hydraulic proportional pressure valve

PETRANSKÝ, I. — DRABANT, Š.: (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Elektrohydraulischer Simulator dynamischer Belastung des Systems Verbrennungsmotor — Schaltgetriebe*. Zeméd. Techn., 35, 1989 (12) : 733-748.

Die Grundaufgabe der Arbeit beruhte darin, einen elektrohydraulischen Simulator zu entwickeln, der durch einen hydrostatischen Belastungskreis mit einem Computersteuerungssystem gebildet ist, wobei dieses dadurch gekennzeichnet ist, daß die Austrittskanäle der hydrostatischen Generatoren an elektrohydraulische proportionale Druckventile angeschlossen sind. Die elektrischen Eintritte dieser Ventile sind an Austritte des Computersteuerungssystems angeschlossen. Den entwickelten Simulator haben wir in Laborbedingungen gemessen. In der Arbeit werden die angewandte Technik und Methoden der Messung der verfolgten Größen sowie deren graphische Darstellung und eine Auswertung der gewonnenen Ergebnisse angeführt.

hydrostatischer Belastungskreis; hydrostatischer Generator; elektrohydraulisches proportionales Druckventil

Adresa autorov:

Doc. ing. Ivan Petranský, CSc., doc. ing. Štefan Drabant, CSc., Vysoká škola poľnohospodárstva, Lomonosovova 2, 949 76 Nitra

KONTROLA TECHNICKÉHO STAVU NEREGULAČNÝCH HYDROSTATICKÝCH PREVODNÍKOV

B. Buček, E. Muráni, I. Petranský

BUČEK, B. — MURÁNI, E. — PETRANSKÝ, I. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, kombinátny podnik, Rovinka, pracovisko Nitra; Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Kontrola technického stavu neregulačných hydrostatických prevodníkov*. Zeměd. Techn., 35, 1989 (12) : 749-756.

Hydrostatický obvod pre kontrolu technického stavu neregulačných prevodníkov využíva nová skúšobná metóda. Je opísaný navrhnutý hydrostatický obvod a použité meracie prístroje. Výsledky z overovacieho merania skúšobnej metódy boli získané v prevádzkových podmienkach špecializovanej opravovne na skúšobnom zariadení typu HSS-160. Toto zariadenie využíva skúšobnú metódu popísanú v príspevku pre aktívnu kontrolu neregulačných hydrostatických prevodníkov.

aktívna kontrola; nová skúšobná metóda; skúšobné zariadenie; kvalitatívny ukazovateľ; technický stav; neregulačný hydrostatický prevodník; zubový hydrogenerátor

Význam potreby vykonávať aktívnu kontrolu hydraulických prvkov jednotlivito v súčasnosti neustále stúpa. Podstata kontroly spočíva v zisťovaní technického stavu skúšaných hydraulických prvkov, čo kladným spôsobom ovplyvňuje kvalitu opravárskej činnosti v poľnohospodárstve a zároveň umožňuje:

- vopred určiť rozsah opravy hydraulických prvkov;
- predchádzať opravám hydraulických prvkov, ktorých technický stav vyhovuje spätnej montáži;
- vylúčiť z montážnych prác opravené i nové hydraulické prvky, ktoré svojim technickým stavom montáži nevyhovujú.

Na úseku opravárenstva je však rozšírenie aktívnej kontroly brzdené hlavne finančnou náročnosťou a dostupnosťou vhodných skúšobných zariadení.

V útvare renovácie VÚPT Rovinka bolo pre opravárske účely navrhnuté a vyrobené skúšobné zariadenie typ HSS-160. Je určené pre aktívnu kontrolu priamočarých hydromotorov, posúvačových rozvádzačov, neregulačných hydrogenerátorov a rotačných hydromotorov ako i iných riadiacich hydraulických prvkov. Vzhľadom na to, že pre kontrolu technického stavu neregulačných rotačných prevodníkov využíva toto zariadenie novú zrýchlenú skúšobnú metódu, je energeticky nenáročné a má minimálne prístrojové vybavenie, čo snižuje finančné náklady spojené s jeho realizáciou na minimum (Buček a i., 1982, 1985, 1988).

MATERIÁL A METÓDA

Metodika práce vychádza z požiadavky zistiť technický stav zubových hydrogenerátorov ZCB-40 a ZCBK-62 s cieľom overiť progresívnu skúšobnú metódu kontroly neregulačných hydrostatických prevodníkov v špecializovanej opravovne hydraulických nakladačov. Úloha bola riešená v rámci OPTR/88 č. 9.30 VHJ STS a OPS Rovinka na žiadosť hydraulických nakladačov STS Považská Bystrica.

Technické parametre hydrogenerátorov sú:

			ZCB-40	ZCBK-62
prietok	Q_G	[dm ³ · min ⁻¹]	40	63
pri otáčkach	n_G	[min ⁻¹]	1500	1500
pri tlaku	p_G	[MPa]	16	16
tlak menovitý	p_{Gn}	[MPa]	16	16
tlak maximálny	p_{Gmax}	[MPa]	18	18
tlak na vstupe	p_{Gvs}	[MPa]	—0,03 až +0,05	—0,03 až +0,05
otáčky menovité	n_{Gn}	[min ⁻¹]	1500	1500
otáčky maximálne	n_{Gmax}	[min ⁻¹]	2200	2200
otáčky minimálne	n_{Gmin}	[min ⁻¹]	600	600

VÝSLEDKY

Konkrétny návrh hydraulického systému pre kontrolu technického stavu uvedených hydrogenerátorov vychádzal z prihlášky vynálezu PV 2884-88 (Buček a i., 1988).

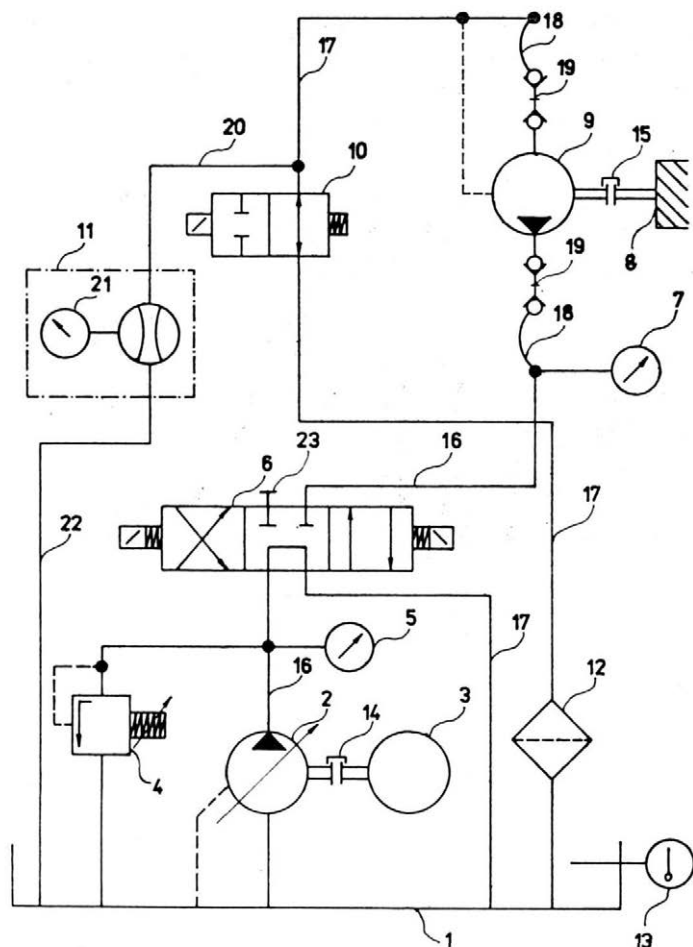
Časť hydrostatického obvodu skúšobného zariadenia, znázornená na obr. 1, je určená pre aktívnu kontrolu technického stavu neregulačného hydrogenerátora. Pozostáva z nádrže 1, tlakového zdroja, ktorý tvorí regulačný hydrogenerátor 2 mechanicky spojený reťazovou spojkou 14 s hnacím elektromotorom 3. Regulačný hydrogenerátor 2 je prostredníctvom prívodnej vetvy 16 pripojený cez elektromagnetický rozvádzač 6 striedavo na prepojovaciu vetvu 18, tvorenú tlakovou hadicou a rýchlospojkou 19 na skúšaný neregulačný hydrogenerátor 9, a na odvádzaciu vetvu 17. Na prívodnú vetvu 16 medzi regulačný hydrogenerátor 2 a elektromagnetický rozvádzač 6 je pripojený dolný tlakomer 5 a tlakový ventil 4 spojený s nádržou 1. Výstupný kanál 23 rozvádzača 6 je trvale uzatvorený.

Na prívodnú vetvu 18 pred skúšaný neregulačný hydrogenerátor 9 je pripojený horný tlakomer 7. Na výstup skúšaného neregulačného hydrogenerátora 9 je prostredníctvom rýchlospojky 19 a prepojovacej vetvy 18 tvorenej tlakovou hadicou pripojená odvádzacia vetva 17, ktorá cez elektromagnetický rozvádzač 10 a olejový čistič 12 vyúsťuje do nádrže 1.

Na odvádzaciu vetvu 17 je medzi skúšaný neregulačný hydrogenerátor a elektromagnetický rozvádzač 10 prostredníctvom kontrolnej vetvy 20 pripojený dávkovací prietokomer 11 opatrený elektronickými stopkami 21. Dávkovací prietokomer 11 je odpadnou vetvou 22 spojený s nádržou 1, ktorá je opatrená teplomerom 13. Skúšaný neregulačný hydrogenerátor 9 je prostredníctvom zubovej spojky 15 mechanicky spojený s elektromagnetickou brzdou 8, ktorá je elektricky prepojená s dávkovacím prietokomerom 11.

Opísaný hydrostatický obvod je vhodný pre aktívnu kontrolu neregulačných hydrogenerátorov i neregulačných rotačných hydromotorov. Samotné skúšanie týchto prevodníkov pritom prebieha v dvoch fázach. V prvej fáze sa skúšaný prevodník (v našom prípade zubový hydrogene-

1. Funkčná schéma hydrostatického obvodu pre aktívnu kontrolu neregulačných hydrostatických prevodníkov novou progresívnou skúšobnou metódou — Functional scheme of the hydrostatic converter by means of the new progressive testing method

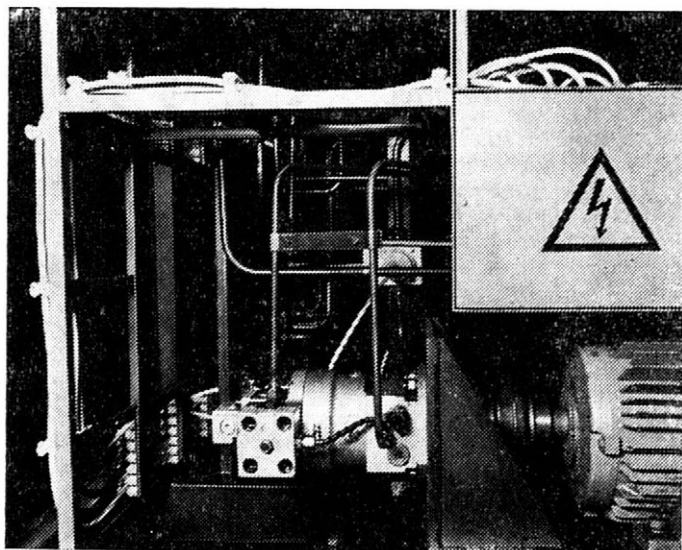


rátor) zahrieva, pričom sa sledujú a zaznamenávajú otáčky hydrogenerátora n_G , ktorý je zapojený ako hydromotor. Po zohriati skúšaného prevodníka na teplotu $T = 50^\circ\text{C}$ sa začína druhá fáza skúšania, počas ktorej sa kontroluje jeho vnútorná tesnosť. Hriadeľ skúšaného prevodníka je pritom zablokovávaná elektromagnetickou brzdou 8 a elektromagnetický rozvádzač 10 je prepnutý do polohy, v ktorej uzatvára odpadnú vetvu 17. Tým uvádza do činnosti dávkovací prietokomer 11, ktorého elektronické stopky 21 snímajú čas konštantného prietoku t_Q .

Výhodou riešeného hydrostatického obvodu, ktorý je súčasťou skúšobného zariadenia HSS-160 vyvinutého a vyrobeného pre účely aktívnej kontroly hydraulických prvkov, je skutočnosť, že pri kontrole neregulačných prevodníkov vďaka využitiu uvedeného obvodu sa podstatne skráti skúšobný čas, obsluha je jednoduchá a nenáročná. Ku skúšaniam sa využíva minimálny energetický príkon 6 kW (včetně chladenia). Zariadenie je konštrukčne jednoduché a nenáročné na priestor (obr. 2).

Pre overovacie meranie bol zvolený tento postup:

- kontrola zubových hydrogenerátorov na skúšobnom zariadení HSS-160,
- kontrola zubových hydrogenerátorov na zariadení KI-4815.



2. Zdroj tlaku skúšobného zariadenia HSS-160 (regulačný hydrogenerátor PPAR 1 25 41 a elektromotor AP 132 S-4 5,5 KW)— Pressure source of the experimental apparatus HSS-160 (regulating hydrogenerator PPAR 1 25 41 and electromotor AP 132 S-4 5.5 kW)

Príslušnými meraniami sme chceli získať tieto experimentálne údaje:

- | | |
|-------------------------------------|----------|
| — tlak na vstupe hydrogenerátora | p_{G1} |
| — tlak na výstupe z hydrogenerátora | p_{G2} |
| — prietok hydrogenerátora | Q_G |
| — čas konštantného prietoku | t_Q |
| — otáčky hydrogenerátora | n_G |
| — teplota pracovnej kvapaliny | T |

PODMIENKY STANOVENÉ PRE MERANIE

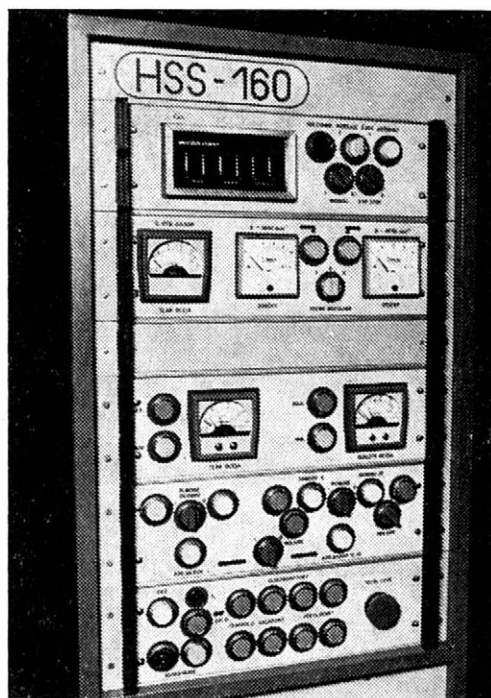
Ako pracovná kvapalina v oboch skúšobných zariadeniach bol použitý hydraulický olej OTH-3, ktorého kinematická viskozita je $25 \text{ až } 30 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pri teplote 50°C . Pri meraniach bola teplota pracovnej kvapaliny automaticky udržiavaná na hodnote $50 \pm 2^\circ\text{C}$. Maximálny tlak, pri ktorom boli skúšané zubové hydrogenerátory p_{G0} , bol nastavený na hodnotu 6 MPa tlakovým ventilom 4.

Pri meraniach boli použité snímače:

- odporový vysielateľ VSR-100; VSR-250, výrobca Mesit Uherské Hradiště;
- tlakomer s pružnou rúrkou s rozsahom 0 až 16 MPa, výrobca Chirana Stará Turá;
- vysielateľ diaľkového otáčkomeru 313A1, výrobca Metra Blansko;
- digitálny snímač času DS-35, výrobca ZPA Pragotron Praha;
- plavákový snímač hladiny s elektrickou signalizáciou, výrobca VÚPT Nitra;
- odporový vysielateľ teploty ZUN-1571, výrobca Mesit Uherské Hradiště.

Tlak p_{G1} sme merali na vstupe do hydrogenerátora pri skúšaní na zariadení HSS-160, tlak p_{G2} na výstupe z hydrogenerátora pri skúšaní na zariadení KI-4815. Otáčky hydrogenerátora n_G sme merali elektricky priamo na hriadieli zubového hydrogenerátora. Čas t_Q , za ktorý pretečie konštantný objem pracovnej kvapaliny mechanicky blokovaným hydro-

3. Časť ovládacieho panelu skúšobného zariadenia HSS-160, v ktorej sú umiestnené prístroje pre vyhodnocovanie času, tlaku, otáčok a teploty — Section of the control panel of the experimental apparatus HSS-160 in which instruments for the evaluation of time, pressure, revolutions and temperatures are located



generátorom, bol pri skúšaní meraný na zariadení HSS-160 (obr. 3). Prietok Q_G bol meraný pri skúšaní zubového hydrogenerátora na zariadení KI-4815. Nastavená hodnota teploty pracovnej kvapaliny T bola kontrolovaná priamo v olejových nádržiach skúšobných zariadení.

MERANIE ZUBOVÝCH HYDROGENERÁTOROV

Technický stav zubových hydrogenerátorov bol kvôli overovaniu progresívnej skúšobnej metódy zisťovaný u každého kontrolovaného hydrogenerátora dvoma metódami.

V prvom prípade to bola skúšobná metóda na skúšobnom zariadení HSS-160, ktoré k tomuto účelu využíva popisovaný hydrostatický obvod. Podstata metódy spočíva v tom, že sa kontroluje čas, za ktorý pretečie mechanicky blokoványm hydrogenerátorom pri danom tlaku určitý konštantný objem kvapalného média.

Z každého typu sledovaných hydrogenerátorov bolo odskúšaných 65 kusov, čo spolu predstavuje 130 hydrogenerátorov. Kvôli hodnoteniu boli sledované a zaznamenané hodnoty času t_Q pri $n_G = 0$ (hydrogenerátor zablokovaný), ktorý je hlavným kvalitatívnym ukazovateľom technického stavu pri kontrole progresívnou skúšobnou metódou, hodnoty otáčok n_G pri zohrievaní (hydrogenerátor odblokovaný) a hodnoty tlaku p_{G0} a p_{G1} .

V druhom prípade boli tie isté hydrogenerátory podrobené kontrole technického stavu na skúšobnom zariadení sovietskej výroby typ KI-4815 s príkonom 22 kW, na ktorom sa hydrogenerátory overujú klasickým spôsobom. To znamená, že pri menovitom tlaku a otáčkach sa zisťujú hodnoty prietoku Q_G u skúšaných hydrogenerátorov.

I. Aritmetické priemery prietoku Q_{Gx} , času t_{Qx} a otáčok n_{Gx} s ohľadom na technický stav skúšaných zubových hydrogenerátorov vyjadrený percentuálne — Arithmetic means of discharge Q_{Gx} , time t_{Qx} and revolution n_{Gx} with respect to the technical state of the examined toothed hydrogenerators expressed in percentages

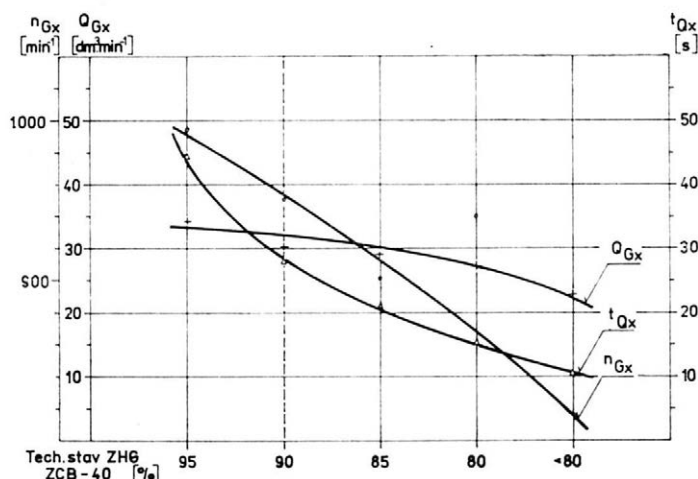
Technický stav skúšaných ZHG		Jednotky	95 %	90 %	85 %	80 %	80 %
Hydrogenerátor ZCB-40	počet		12	5	6	3	39
	Q_{Gx}	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	34,312	30,250	29,083	27,166	17,730
	t_{Qx}	s	47,530	28,418	20,990	15,346	10,572
	n_{Gx}	min^{-1}	978,750	950,000	901,666	940,000	816,666
Hydrogenerátor ZCBK-62	počet		29	8	7	6	15
	Q_{Gx}	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	51,646	48,187	45,785	43,000	24,983
	t_{Qx}	s	41,331	21,698	18,065	13,080	6,608
	n_{Gx}	min^{-1}	673,448	657,500	620,714	643,333	557,000

Z nameraných hodnôt prietoku Q_G , času t_Q a otáčok n_G pri odblokovovanom hydrogenerátore, získaných v tých istých meraniach, boli na osobnom počítači ATARI 800 XL štatistickou metódou stanovené pre jednotlivé súbory skúšaných hydrogenerátorov hodnoty aritmetického priemeru prietoku Q_{Gx} , času t_{Qx} a otáčok n_{Gx} . Jednotlivé hodnoty sú uvedené v tab. I.

Pre porovnanie a celkové zhrnutie sú aritmetické hodnoty prietoku Q_{Gx} , času t_{Qx} a otáčok n_{Gx} pre príslušný technický stav sledovaných hydrogenerátorov graficky znázornené na obr. 4 a 5. Z grafického priebehu týchto technických parametrov a na základe poznatkov získaných pri overovacích meraniach možno konštatovať:

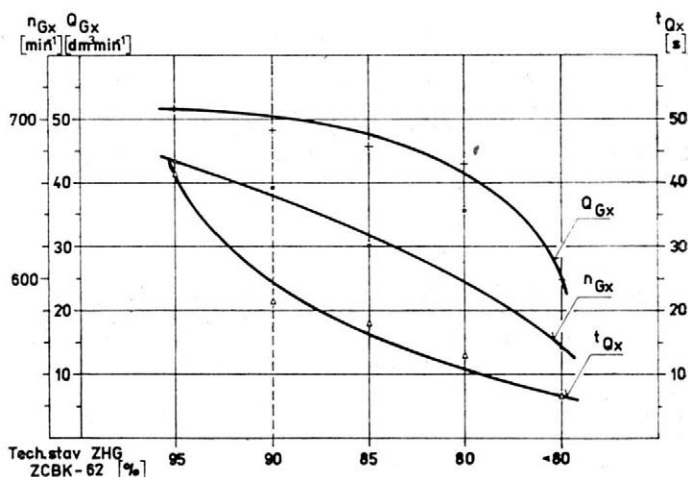
— hydrogenerátory, ktorých sledované veličiny majú hodnoty väčšie, alebo zodpovedajú hodnotám 90 % technického stavu, vyhovujú pre okamžitú montáž bez opravy;

— hydrogenerátory, ktorých hodnoty sledovaných veličín nezodpovedajú hodnotám 90 % technického stavu, pretože sú menšie, nie sú vhodné pre okamžitú montáž — je nutná oprava.



4. Grafická závislosť technických parametrov na technickom stave skúšaných zubových hydrogenerátorov typu ZCB-40 — Graphic relationship between the technical parameters and the technical state of the examined toothed hydrogenerators, type ZCB-40

5. Grafická závislosť technických parametrov na technickom stave skúšaných zubových hydrogenerátorov typu ZCBK-62 — Graphic relationship between the technical parameters and the technical state of the examined toothed hydrogenerators, type ZCBK-62



DISKUSIA A ZÁVER

Hydrostatický obvod pre skúšanie neregulačných hydrogenerátorov pozostáva zo skúšobného hydrogenerátora, ktorého výstupný kanál je napojený na výstupný kanál regulačného hydrogenerátora. Regulačný hydrogenerátor spolu s hnacím elektromotorom tvorí v tomto obvode zdroj tlaku. Vstupný kanál skúšaného hydrogenerátora je prostredníctvom rozvádzacieho ventilu striedavo spojený s dávkovacím prietokomerom a cez tlakový čistič s olejovou nádržou. Hriadeľ skúšaného hydrogenerátora je mechanicky spojený s elektromagnetickou brzdou, ktorá je elektricky prepojená s dávkovacím prietokomerom a elektronickými stopkami.

Navrhnutý systém umožňuje použiť pre kontrolu technického stavu neregulačných hydrogenerátorov skúšobnú metódu, ktorá v prevádzkových podmienkach zrýchľuje samotnú kontrolu a umožňuje znižovať spotrebu elektrickej energie. Táto metóda je z hľadiska hodnotenia dostatočne presná a okrem hydrogenerátorov ju možno využiť aj na kontrolu technického stavu neregulačných rotačných hydromotorov. Pri skúšaní umožňuje posúdiť technický stav skúšaného prvku v jednotlivých polohách pri pootočení výstupného hriadeľa. Kontrola sa dá opakovať a hodnoty skúšaného tlaku môžu byť volené od 2 do 9 MPa. Kontrola technického stavu skúšaných prevodníkov sa vyhodnocuje porovnávaním hlavného kvalitatívneho ukazovateľa, t. j. času t_Q , s jeho hodnotou, ktorá je pre kontrolovaný typ prevodníka udaná v porovnávacích tabuľkách. Hodnoty hlavného kvalitatívneho ukazovateľa pre porovnávacie tabuľky sa získavajú v overovacích meraniach nových a použitých prevodníkov príslušných typov.

Skúšobná metóda je jednoduchá a dostatočne presná, nenáročná na obsluhu, údržbu, vyhodnocovanie, energetický príkon, zastavovací priestor a investičné prostriedky k realizácii.

Literatúra

- BUČEK, B. et al.: Štúdia k vývoju skúšobných zariadení na hydraulické prvky. [Výskumná správa.] Nitra, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1982.
BUČEK, B. et al.: Vývoj zjednodušenej meracej technológie hydraulických prvkov

a konštrukcia skúšobného zariadenia. [Výskumná správa.] Nitra, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1985.

BUČEK, B. et al.: Sledovanie a upresňovanie medzných hodnôt kvalitatívnych ukazovateľov pri skúšaní hydraulických prvkov. [Výskumná správa.] Nitra, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1988.

BUČEK, B. — MURÁNI, E.: Spôsob skúšania najmä neregulačných rotačných hydromotorov a zapojenie zariadenia k jeho vykonávaniu. Prihláška vynálezu PV 2884-88. 1988.

Došlo dňa 21. 12. 1988

БУЧЕК, Б. — МУРАНИ, Э. — ПЕТРАНСКИ, И. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, комбинат, Ровинка, раб. объект в Нитре; Сельскохозяйственный институт, Нитра): Контроль за техническим состоянием нерегуляторных гидростатических преобразователей. *Zeměd. Techn.*, 35, 1989 (12) : 749-756.

Гидростатический контур для контроля техн. состояния нерегуляторных преобразователей используется в новом испытательном методе. Описываются и контур, и измерительные приборы. Его экспериментальные результаты получены в производственных условиях в специализированном ремонтном цехе на испытательном устройстве типа HSS-160. Это устройство использует приведенный метод для активного контроля преобразователей.

активный контроль; новый метод испытания; экспериментальное устройство; показатель качества; техническое состояние; нерегуляторный гидростатический преобразователь; зубчатый гидрогенератор

BUČEK, B. — MURÁNI, E. — PETRANSKÝ, I. (Research Institute of Agricultural Engineering, combine enterprise, Rovinka workplace Nitra; Agriculture University, Nitra): *Examination of the Technical State of Nonregulating Hydrostatic Converters*. *Zeměd. Techn.*, 35, 1989 (12) : 749-756.

The new testing method for the examination of the technical state of nonregulating converters utilizes the hydrostatic circuit. The designed hydrostatic circuit and the utilized measuring apparatuses are described. The results of the verifying measurement of the testing method were obtained under operation conditions of the specialized repair shop in the experimental apparatus of the HSS-160 type. This apparatus utilizes the experimental method described in the contribution to the active examination of nonregulating hydrostatic converters.

active examination; new testing method; experimental apparatus; qualitative indicator; technical state; nonregulating hydrostatic converter; toothed hydrogenerator

BUČEK, B. — MURÁNI, E. — PETRANSKÝ, I. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Kombinatbetrieb, Rovinka, Arbeitsstätte Nitra! Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Überwachung des technischen Zustands nichtregulierender hydrostatischer Umformer*. *Zeměd. Techn.*, 35, 1989 (12) : 749-756.

Eine neue Prüfungsmethode nutzt für die Kontrolle des technischen Zustands nichtregulierender hydrostatischer Umformer den hydrostatischen Kreis aus. Beschrieben werden der entworfene hydrostatische Kreis sowie die angewandten Meßgeräte. Die Ergebnisse aus Testmessungen der Prüfungsmethode wurden unter Betriebsbedingungen einer Instandsetzungswerkstatt mit Hilfe der Prüfanlage HSS-160 gewonnen. Diese Prüfanlage nutzt die im Beitrag beschriebenen Prüfungsmethode für die aktive Kontrolle nichtregulierender hydrostatischer Umformer aus.

aktive Kontrolle; neue Prüfungsmethode; Prüfeinrichtung; qualitativer Parameter; technischer Zustand; nichtregulierender hydrostatischer Umformer; Zahn-Hydrogenerator

Adresy autorov:

Ing. Branislav Buček, Eduard Muráni, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, útvar renovácie Nitra, Levická cesta 3, p. p. 48/D, 949 01 Nitra

Doc. ing. Ivan Petranský, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, ul. gar. plk. Gagua 15, 949 76 Nitra

INHALT

Masár T., Studeník B.: Entwicklungstrends in der Ausstattung von Rinderhaltungsanlagen mit Maschinensystemen	713
Kára J., Štulc P.: Klimatechnische Systeme mit Rekuperationswärmeaustauschern aus Wärmerohren	727
Bohuslávek Z.: Kontinuierliche Füllstandmessung bei Tiefbunker von Getreidesilos	732
Petranský I., Drabant Š.: Elektrohydraulischer Simulator dynamischer Belastung des Systems Verbrennungsmotor — Schaltgetriebe	747
Buček B., Muráni E., Petranský I.: Überwachung des technischen Zustands nichtregulierender hydrostatischer Umformer	756



Rukopisy odevzdány k tisku 23. 8. 1989 — Podepsáno k tisku 29. 11. 1989

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavičková • 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 1989

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6.