

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

Katedra dopravy a manipulácie

**Výskum vplyvu bioodburateľných kvapalín na vlastnosti
hydrogenerátorov**

Autoreferát dizertačnej práce
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor
vo vednom odbore 5.2.3
dopravné stroje a zariadenia

Ing. Pavol Cvičela

Nitra, 2009

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre dopravy a manipulácie Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Pavol Cvičela
Katedra dopravy a manipulácie
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: doc. Ing. Štefan Drabant, CSc.
Katedra dopravy a manipulácie
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: doc. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.
Katedra dopravy a manipulácie
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

doc. Ing. Marian Kučera, PhD.
Katedra lesnej a mobilnej techniky
Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky
Technická univerzita vo Zvolene

Ing. Rastislav Škulec, PhD.
HUHN Press Tech s.r.o. Vrábľe.

Autoreferát bol odoslaný dňa

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra dopravy a manipulácie, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertačnej práce sa koná dňa hod pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 5.2.3 Dopravné stroje a zariadenia Technickej fakulte, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Miesto konania: Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť:

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Technickej fakulty.

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 5.2.3

prof. Ing. Anton Žikla, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ABSTRAKT

V súčasnosti, keď sa všade na prvé miesto kladie dôraz na ochranu životného prostredia je potrebné nahrádzať minerálne oleje bioodbornejšími kvapalinami. Pre porovnanie s bežne používanými minerálnymi olejmi, väčšina ekologických olejov vykazuje nízku tepelnú a oxidačnú stabilitu a zlé vlastnosti pri nízkych teplotách. Preto skôr ako je možné nahradiť minerálny olej novou bioodbornejšou kvapalinou je potrebné odskúšať jej vlastnosti laboratórnymi skúškami. Na základe ktorých budú potom neskôr vykonané skúšky priamo na stroji.

Samotné prevádzkové skúšky by neboli postačujúce, lebo v prevádzkových podmienkach pôsobia rôzne nežiaduce vplyvy. Preto je najvýhodnejšie uskutočniť skúšky na skúšobných zariadeniach v laboratórnych podmienkach.

Na základe požiadaviek bolo navrhnuté, zrealizované a odskúšané zariadenie na skúšky životnosti traktorových hydrogenerátorov prevádzkovou záťažou. Skúška prevádzkovou záťažou je hodnotená na základe vplyvu bioodbornejšej hydraulickéj kvapaliny na životnosť hydrogenerátora. Preto bolo navrhnuté a zrealizované zariadenie pre meranie prietokových charakteristík skúšaných hydrogenerátorov. Kde na základe získaných prietokových charakteristík sme hodnotili technický stav hydrogenerátora.

Parametre hydrogenerátora sa počas skúšky s bioodbornejším olejom iba mierne zhoršovali čo poukazuje na vynikajúce vlastnosti ekologického oleja ERTTO.

Pokles prietokovej účinnosti (zhoršenie parametrov hydrogenerátora) po ukončení oboch skúšok ekologickej kvapaliny dosiahol hodnotu 10,9 %. Táto hodnota je podstatne nižšia ako normou stanovená maximálna hodnota (20 %), čo poukazuje na výborné vlastnosti rastlinného oleja ERTTO.

Kľúčové slová: ekologická hydraulická kvapalina, hydrogenerátor.

ABSTRACT

Since these days a lot of attention is paid to environment protection it is necessary to replace mineral oils with biodegradable base oils. Compared to conventional mineral oil based fluids, most of these substances exhibit lower thermal and oxidation stability and bad low-temperature qualities. Therefore, before the substitution of mineral oil with new biodegradable base oils it is essential to test its properties by laboratory tests. On the basis of these tests, the operating tests will be later performed directly on the machine.

However, operating tests are not sufficient because of various unfavorable influences that can occur during the machine is in operation. Therefore, the best solution is to realize tests on testing devices in laboratory conditions.

As it was required, a testing device dedicated to test the lifetime of tractor hydrostatic pumps was designed, realized and trained. This testing device can simulate operating loading of hydrostatic pump in laboratory conditions. The operating loading test is evaluated according to the influence of biodegradable fluid on technical durability of hydrostatic pump. Therefore, the second testing device dedicated to measure the flow rate characteristics of tested hydrostatic pumps was designed and realized. On the basis of measured flow rate characteristics, technical conditions of hydrostatic pump were evaluated.

The parameters of the hydrostatic pump worsened only little during the test with biodegradable fluid.

After the two tests termination, the decrease of flow efficiency (the deterioration of the pump parameters) reached value 10.9 %. This value is essentially lower than the standard maximum value (20 %). This fact shows excellent properties of biodegradable fluid ERTTO.

Key words: the biodegradable hydraulic fluid, hydrostatic pump.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV

$\Delta\eta_{pr}$ – pokles prietokovej účinnosti, %

η_{pr0} – prietoková účinnosť pri 0 hodinách

η_{prm} – prietoková účinnosť po 300 hodinách

n – otáčky hydrogenerátora, min^{-1}

Q – nameraný prietok, $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Q_t – teoretický prietok, $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

V_G – geometrický objem, dm^3

ÚVOD

Zvyšujúci sa nárok na ochranu životného prostredia núti výrobcov a používateľov mobilnej techniky plniť náročné úlohy zamerané na ekologickú prevádzku hydraulických systémov, prichádzajúcich do styku so životným prostredím.

Životné prostredie musí byť chránené proti znečisteniu mazadlami vrátane hydraulických kvapalín. Až 50 % všetkých predaných mazív na svete končia v súčasnosti, ako straty pri prevádzke, v prírode.

Ekologické hydraulické kvapaliny majú zväčša rastlinný základ. Sú rýchlo biologicky odbúrateľné a nízko ekotoxické. Ich použitie má veľký význam najmä v oblasti poľnohospodárskych, stavebných, zemných a ďalších strojov, ktoré prichádzajú do kontaktu so životným prostredím. Tieto stroje majú v súčasnosti hydraulické obvody konštruované pre použitie kvapalín s minerálnym základom. Európska únia presadzuje (svojou legislatívou) používanie ekologických (prírodných) kvapalín ako náhradu za doteraz používané kvapaliny s minerálnym základom. Tento postup je zatiaľ najzreteľnejší pri palivách, ale dá sa očakávať rozšírenie platnosti zákonov aj na ostatné kvapaliny, používané v strojoch.

Dizertačná práca na túto tému sa preto s časovým predstihom zameriava na riešenie výskumu vplyvu biodobúrateľných kvapalín na vlastnosti

hydrogenerátorov. Zameriava sa na zistenie prietokovej charakteristiky hydrogenerátora UD 25 po určitom odpracovanom počte hodín.

CIEĽ PRÁCE

Cieľ práce je možné rozdeliť do nasledovných bodov:

- návrh a realizácia skúšobného zariadenia pre laboratórne skúšky ekologickej hydraulickéj kvapaliny prevádzkovou záťažou, ktoré umožňuje hodnotiť kvapalinu na základe jej vplyvu na životnosť hydrogenerátora,
- návrh a realizácia skúšobného zariadenia pre hodnotenie laboratórnej skúšky,
- uskutočnenie skúšok traktorového hydrogenerátora v laboratórnych podmienkach s ekologickou hydraulickou kvapalinou,
- vyhodnotenie laboratórnej skúšky na základe: výpočtu prietokovej účinnosti hydrogenerátora, poklesu prietokovej účinnosti hydrogenerátora.

MATERIÁL A METÓDY

Riešenie dizertačnej práce s názvom: „Výskum vplyvu biodobúrateľných kvapalín na vlastnosti hydrogenerátorov“ bude pozostávať z týchto úloh:

- Skúška životnosti hydrogenerátora UD 25 dynamickým zaťažením prevádzkovou záťažou.
 - získanie časových priebehov tlakov v hydraulickom systéme traktora,
 - návrh a realizáciu skúšobného stavu pre skúšanie hydrogenerátorov dynamickým zaťažením.
- Hodnotenie vplyvu ekologickej kvapaliny na technické parametre hydrogenerátora UD 25.

Hydraulická kvapalina použitá pri skúškach

Na základe stanoveného cieľa práce budú uskutočnené skúšky životnosti toho istého typu hydrogenerátora s hydraulickou kvapalinou, s rastlinným olejom (HETG).

Rastlinný olej MOL Traktol ERTTO

MOL Traktol ERTTO (Environmentally Responsible Tractor Transmission Oil) je ekologický univerzálny traktorový olej. Jeho prednosťami sú široká škála aplikácií a vysoká miera biologickej odbúrateľnosti, čo znamená že olej nezaťažuje životné prostredie. Olej je vyrobený na báze rastlinného oleja a špeciálnych druhov prísad.

Návrh zariadení na skúšky životnosti hydrogenerátorov

Na základe stanoveného cieľa práce je potrebné navrhnuť a zhotoviť jedno skúšobné zariadenie, ktoré umožní skúšku životnosti a druhé zariadenie, ktoré umožní vyhodnotiť vplyv ekologickej kvapaliny na hydrogenerátor.

Preto budú navrhnuté dve skúšobné zariadenia:

- skúšobné zariadenie na uskutočnenie laboratórnej skúšky životnosti hydrogenerátora prevádzkovou záťažou,
- skúšobné zariadenie na meranie charakteristík hydrogenerátora.

Požiadavky na návrh skúšobných zariadení vychádzajú:

- z postupu skúšky životnosti,
- z parametrov predpokladaných skúšaných prevodníkov.

Vyhodnotenie skúšky životnosti prevádzkovou záťažou

Norma STN 11 928 predpisuje hodnotiť životnosť hydrogenerátorov podľa poklesu prietokovej účinnosti. Prietoková účinnosť je stanovená percentuálne:

$$\Delta\eta_{pr} = \frac{\eta_{pr0} - \eta_{prm}}{\eta_{pr0}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

kde: $\Delta\eta_{pr}$ – pokles prietokovej účinnosti, %

η_{pr0} – prietoková účinnosť pri 0 hodinách

η_{prm} – prietoková účinnosť po 300 hodinách

Výpočet vychádza z predpokladu, že prietok nameraný sa bude rovnáť prietoku vypočítanému z teoretického prietoku a prietokovej účinnosti (Petranský et al., 2004):

$$Q = Q_t \cdot \eta_{pr} = V_G \cdot n \cdot \eta_{pr}, \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (2)$$

kde: η_{pr} – prietoková účinnosť

Q – nameraný prietok, $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Q_t – teoretický prietok, $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

V_G – geometrický objem, dm^3

n – otáčky hydrogenerátora, min^{-1}

Prietoková účinnosť je potom daná vzťahom:

$$\eta_{pr} = \frac{Q}{V_G \cdot n} \cdot 100, \% \quad (3)$$

VLASTNÁ PRÁCA

Časové priebehy tlakov v hydraulickom systéme traktora

Pre získanie časových priebehov tlakov v hydraulickom systéme traktora boli realizované merania v prevádzkových podmienkach.

Meranie tlakov v hydraulickom systéme traktora Zetor Forterra v prevádzkových podmienkach

Pre naše meranie bola na základe technickej dokumentácie zostavená súprava pozostávajúca z traktora Zetor FORTERRA 114 41 + pluh 5-PHN 30 (obr. 1). Traktor i pluh boli od výrobcu Brno, Česká republika. Na traktore Zetor Forterra boli umiestnené snímače tlaku firmy HYDAC HDA 3444-A-400-009

firmy HYDAC, SRN. Tieto snímače boli napojené na prístroj HMG 2020 (obr. 2), ktorý zaznamenával všetky namerané hodnoty tlakov.

Pri skúškach sme sa zamerali na:

- určenie charakteristiky podmienok skúšok so zameraním na fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy spracovávaného pozemku,
- meranie vybraných prevádzkových ukazovateľov orbovej sústavy,
- meranie tlakov v hydraulickom systéme traktora.

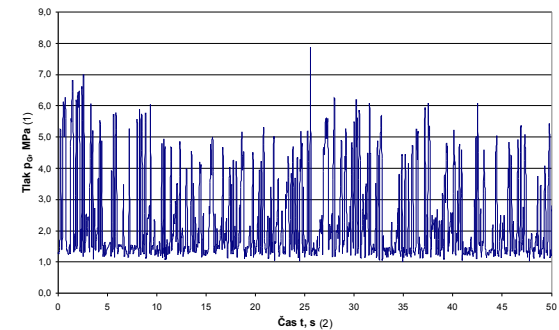


Obr. 1 Meracia súprava, Zetor FORTERRA 114 41 + pluh 5-PHN 30



Obr. 2 Umiestnenie záznamového zariadenia HMG 2020 na meracej súprave

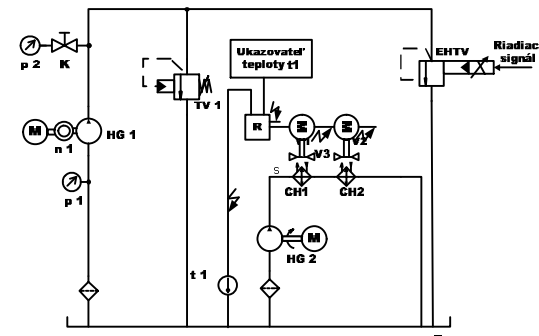
Na obrázku 3 je zobrazený časový priebeh tlakov na výstupe hydrogenerátora traktora Zetor FORTERRA 114 41 v súprave s pluhom, pri silovej regulácii.



Obr. 3 Časový priebeh tlaku na výstupe hydrogenerátora traktora Zetor FORTERRA 114 41 v súprave s pluhom 5-PHN 30 – silová regulácia

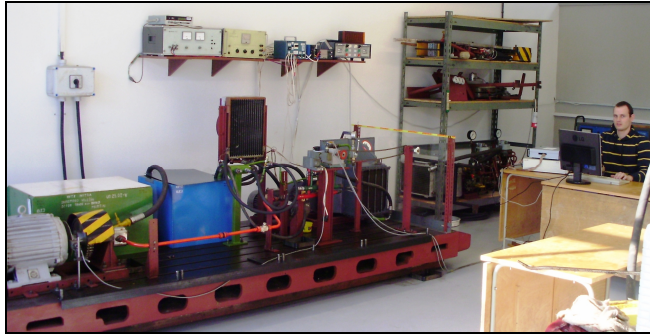
Skúšobné zariadenie na realizáciu skúšky životnosti prevádzkovou záťažou

Schéma navrhnutého skúšobného zariadenia je znázornená na obr. 3.



Obr. 3 Skúšobné zariadenie na uskutočnenie skúšky životnosti hydrogenerátora

Na obr. 4 je zobrazený skúšobný stav pre skúšku životnosti hydrogenerátora UD 25 prevádzkovou záťažou.



Obr. 4 Skúšobný stav pre skúšku životnosti prevádzkovou záťažou.

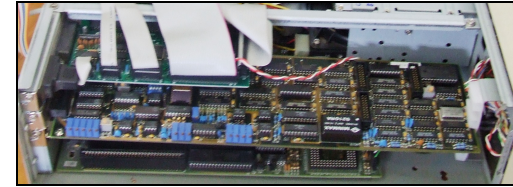
Schéma riadiaceho systému skúšobného stavu

Skúšobné stavy boli ovládané a riadené počítačovým riadiacim systémom (obr. 5). Bloková schéma riadiaceho systému je na obr. 7. Základnými blokmi riadiaceho systému boli osobný počítač **PC** s osadením prevodníkom **D/A** a elektronická riadiaca jednotka **ERJ**. Samotné riadenie elektrohydraulického proporcionálneho tlakového ventilu **EHTV** sa uskutočnilo digitálno-analógovým prevodníkom **D/A** a elektronickou riadiacou jednotkou **ERJ**. Prevodník **D/A** prevádzal digitálny signál vytvorený počítačom na analógový signál, riadiace napätie U_R . Analógový signál $U_R = f(t)$ bol následne zosilnený v elektronickej riadiacej jednotke **ERJ** a privedený na proporcionálny tlakový ventil **EHTV**.

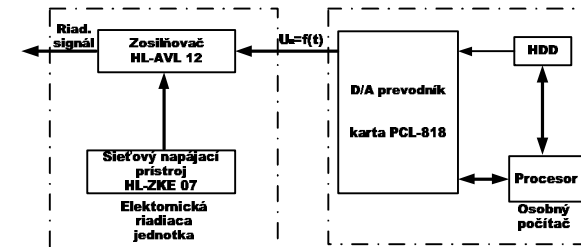
Riadiaci signál bol vytváraný z navzorkovaného diskrétného prevádzkového priebehu uloženého v počítači **PC**.



Obr. 5 Počítačový riadiaci systém



Obr. 6 Karta PCL-818 fy ADVANTECH



Obr. 7 bloková schéma riadiaceho systému skúšobného stavu

Použitý bol osobný počítač s mikroprocesorom Intel pentium II s pamäťou RAM 128 MB a operačným systémom Windows 98. V počítači bola na základnej doske osadená karta PCL-818 fy ADVANTECH (obr. 7).

Karta plnila funkcie nasledovných zariadení:

- A/D prevodník.
- D/A prevodník.
- Digitálny výstup.
- Digitálny vstup.
- Počítadlo/Časovač.

Programovanie karty PCL-818 pre riadenie skúšobného stavu

Aby bolo možné simulovať požadovaný priebeh zaťaženia bolo potrebné kartu PCL-818, ktorá v riadiacom systéme plnila funkciu D/A prevodníku, naprogramovať.

Preto bol vytvorený vývojový diagram (obr. 69), podľa ktorého sme navrhli a vypracovali riadiaci program.

S ohľadom na programovacie jazyky, s ktorými je karta schopná komunikovať a na ich dostupnosť a náročnosť programovania sme pre kartu napísali riadiaci program v jazyku QBASIC s využitím riadiaceho programu dodávaného spolu s kartou. Programovanie karty pre riadenie skúšobného stavu spočívalo:

- v inicializovaní karty,
- zápise dát na D/A prevodníky.

Ukážka riadiaceho programu pre riadenie skúšky životnosti hydrogenerátora UD 25 dynamickým zaťažením prevádzkovou záťažou, ktorý bol vytvorený na základe vývojového diagramu je zobrazený na obr. 8.

```

300 DIM D(1000),Q(1000)
310 PRINT:INPUT "SIMUACIA ZATAZENIA PRI REG. P-olohovej,S-ilovej,Z-miesanej:",RS
320 IF RS="P" OR RS="p" THEN 350
330 IF RS="S" OR RS="s" THEN 370
340 IF RS="Z" OR RS="z" THEN 390 ELSE 310
350 OPEN "I",#1,"Dig07P",1000
360 OPEN "I",#2,"Tlak07P",1000: GOTO 410
370 OPEN "I",#1,"Dig07S",1000
380 OPEN "I",#2,"Tlak07S",1000: GOTO 410
390 OPEN "I",#1,"Dig07Z",1000
400 OPEN "I",#2,"Tlak07Z",1000
410 FOR I=0 TO 999:INPUT #1,D(I):INPUT #2,Q(I):NEXT I:CLOSE
420 PRINT:INPUT "ZADAJ TRVANIE SIMULACIE V MINUTACH:",TS
430 T=50:P=INT(TS*60/T)
440 K=TIMER+TS*60:K=K-(INT(K/86400!)*86400!)
450 GOSUB 850
460 PRINT:PRINT "DATUM:"DATES;
470 PRINT:PRINT "START SIMULACIE: "TIMES,,"KONIEC SIMULACIE:"H":"M":"S
480 PRINT: INPUT "SUHLASI CAS SIMULACIE?(A/N):",OS
490 IF OS="N" OR OS="n" THEN GOTO 420
500 DEF SEG=&H5000
510 BLOAD "818BAS.BIN", 0
520 PCL818 = 0 'DRIVER SEGMENT OFFSET
560 DIM DAT%(4)
570 PORT%=&H300 'SET I/O PORT ADDRESS
580 DAT%(0)=PORT% 'GET I/O PORT ADDRESS
590 DAT%(1)= 2 'SELECT INTERRUPT LEVEL 2
600 DAT%(2)= 3 'SELECT DMA 3
610 ER%= 0 'ERROR RETURN CODE
620 FUN%= 0 'FUNCTION 0
630 CALL PCL818 (FUN%, DAT%(0), ER%)
640 IF ER%<>0 THEN PRINT "DRIVER INITIALIZATION FAILED!":STOP

```

```

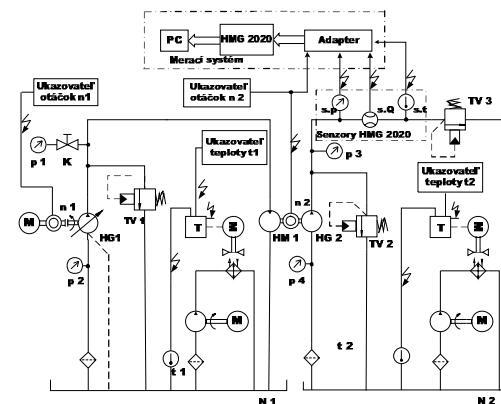
680 FOR J=0 TO P-1
690 K=(P-J)*T:GOSUB 850
700 COLOR 1,7:LOCATE 25,5
710 PRINT "Cyklus:"J("P-J")," Ukoncenie simulacie o (hh:mm:ss)"H":"M":"S
720 LOCATE 24,1:COLOR 7,0:PRINT:PRINT "DATUM:" DATES,,"CAS:" TIMES:PRINT
730 FOR I=0 TO 999
740 PRINT USING "###.# ";Q(I),
750 DAT%(0)=D(I)
760 FUN%=16
770 CALL PCL818 (FUN%, DAT%(0), ER%)
780 FOR V=0 TO 1464:NEXT V
800 K=(J+1)*T:GOSUB 850
810 PRINT:PRINT,,"Doterajsi cas simulacie (hh:mm:ss)"H":"M":"S
820 NEXT J
830 LOCATE 25,3
840 PRINT "Celkovy pocet cyklov:"J,,"** KONIEC SIMULACIE ZATAZENIA HG **":END
850 H=INT(K/3600):M=INT(K/60-H*60):S=INT(K-H*3600-M*60):RETURN

```

Obr. 8 Riadiaci program pre riadenie skúšky životnosti hydrogenerátora UD 25 dynamickým zaťažením prevádzkovou záťažou

Skúšobné zariadenie na meranie charakteristík

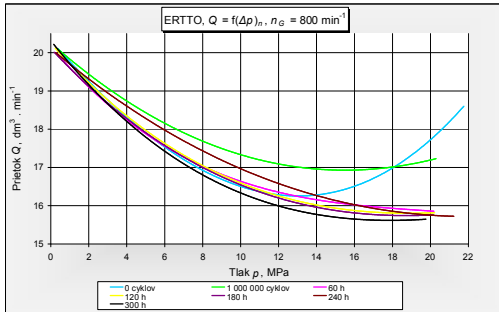
Navrhnuté skúšobné zariadenie je na obr. 9.



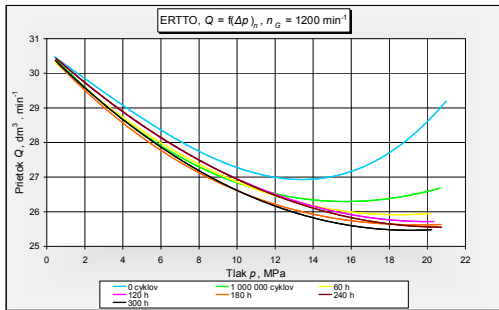
Obr. 9 Skúšobné zariadenie na meranie charakteristík skúšaného hydrogenerátora hydrogenerátora UD 25 s rastlinným olejom Mol Traktol ERTTO

Prietokové charakteristiky zo skúšky životnosti s rastlinným olejom

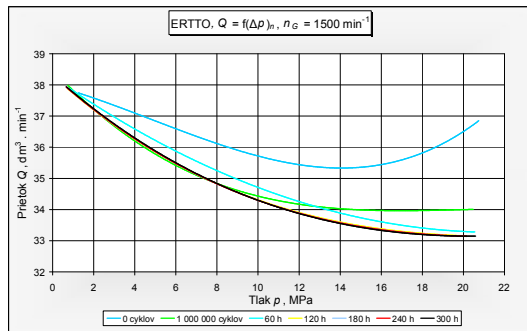
Namerané prietokové charakteristiky obr. 10 až 12 sú zo skúšky životnosti.



Obr. 10 Prietokové charakteristiky zo skúšky prevádzkovou záťažou pri $n = 800 \text{ min}^{-1}$



Obr. 11 Prietokové charakteristiky zo skúšky prevádzkovou záťažou pri $n = 1200 \text{ min}^{-1}$



Obr. 12 Prietokové charakteristiky zo skúšky prevádzkovou záťažou pri $n = 1500 \text{ min}^{-1}$

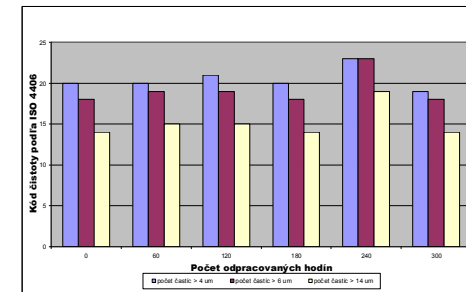
Výpočet prietokovej účinnosti zo skúšky prevádzkovou záťažou

Prietoková účinnosť pri 0 hodinách $\eta_{pr0 \text{ ERTTO}} = 90,5 \%$ bola vypočítaná na základe strednej hodnoty prietoku $Q_{0\text{ERTTO}} = 33,958 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, geometrického objemu hydrogenerátora $V_G = 0,025 \text{ dm}^3$ a menovitých otáčok $n = 1500 \text{ min}^{-1}$.

Prietoková účinnosť pro 300 hodinách $\eta_{pr300 \text{ ERTTO}} = 87,2 \%$ bola vypočítaná na základe strednej hodnoty prietoku $Q_{m\text{ERTTO}} = 33,131 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, geometrického objemu hydrogenerátora $V_G = 0,025 \text{ dm}^3$ a z menovitých otáčok $n = 1500 \text{ min}^{-1}$.

Výpočet poklesu prietokovej účinnosti zo skúšky prevádzkovou záťažou

Pokles prietokovej účinnosti $\Delta\eta_{pr\text{ERTTO}} = 3,6 \%$ bol vypočítaný podľa vzťahu (1) na základe prietokovej účinnosti pri 0 hodinách $\eta_{pr0 \text{ ERTTO}} = 90,5 \%$ a prietokovej účinnosti po 300 hodinách $\eta_{pr300 \text{ ERTTO}} = 87,2 \%$.



Obr. 13 Znečistenie hydraulkej kvapaliny ERTTO pevnými nečistotami



Obr. 14 Častice opotrebenia prítomné vo vzorke po 300 hodinách

ZHODNOTENIE A ZÁVER

Dizertačná práca je zameraná na hodnotenie vplyvu biologicky odbúrateľnej hydraulikkej kvapaliny na životnosť hydrogenerátora typu UD 25, na základe skúšky životnosti v laboratórnych podmienkach.

Moja práca pozostávala z návrhu a realizácie skúšobného zariadenia určeného pre skúšku hydrogenerátora dynamickým zaťažením.

Dynamické zaťaženie bolo realizované dvomi metódami. Prvá metóda zahŕňala zaťaženie cyklickým tlakovým namáhaním, ktorého priebeh je stanovený normou STN 11 9287.

Pre skúšku životnosti podľa normy bol navrhnutý a zrealizovaný riadiaci a merací systém. Účelom riadiaceho systému bolo riadenie cyklického tlakového zaťaženia a zaznamenávanie počtu cyklov pri skúške životnosti hydrogenerátora. Po návrhu a zhotovení skúšobných zariadení nasledovali overovacie merania.

Skúška životnosti podľa normy prebiehala dovtedy, kým hydrogenerátor odpracoval 10^6 cyklov, potom bola skúška ukončená a nasledovala skúška životnosti prevádzkovou záťažou.

Druhá metóda dynamického zaťaženia bola zrealizovaná zaťažením hydrogenerátora prevádzkovou záťažou. Jednotlivé parametre zaťaženia boli namerané v prevádzkových podmienkach na traktore Zetor Forterra, ktorý tento hydrogenerátor má zabudovaný.

Pre simuláciu prevádzkového zaťaženia v laboratóriu bolo potrebné získať časové priebehy tlakov v hydraulickom systéme traktora pri orbe. Bol vytvorený vývojový diagram, na základe ktorého sa vypracoval riadiaci program. Týmto programom bolo zabezpečené simulovanie prevádzkových podmienok v laboratóriu.

Ďalším krokom bolo navrhnutie a zrealizovanie skúšobného stendu pre simulovanie prevádzkovej záťaže v laboratóriu. Po zrealizovaní stendu sme vykonali skúšku životnosti prevádzkovou záťažou v laboratórnych podmienkach.

Táto skúška trvala 300 hodín. Po každých 60 hodinách bol skúšaný hydrogenerátor demontovaný a namontovaný na druhý skúšobný stend na meranie charakteristík, za účelom zistenia prietokovej charakteristiky.

Na základe dosiahnutých výsledkov, sme zistili, že po ukončení skúšky životnosti prevádzkovou záťažou, prietoková účinnosť hydrogenerátora poklesla o 3,6 % poukazujú na jeho dobrý technický stav, čo je dôkazom o vysokej kvalite použitej ekologickej hydraulikkej kvapaliny na báze rastlinného oleja ERTTO vyrobenou firmou Sloznaft, a. s.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. DRABANT, Š – BOLLA, M – TKÁČ, Z – TURZA, J – HUJO, Ľ. 2005. Elektrohydraulický riadiaci systém skúšobných stavov pre meranie charakteristík spaľovacích motorov cez vývodový hriadeľ. In: *Hydraulické mechanizmy mobilnej techniky*. Dudince: Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie, 2005, str. 125 – 136.
2. DUNCANSON, Michael. 2005. Detecting and Controlling Water in Oil. In: *Practicing Oil Analysis Magazine*. September 2005. Issue Number 20509.
3. MADHAVAN, P. – WERNER, C. N. 2005. Contamination Control for Extending Fluid Service Life. *Practicing Oil Analysis Magazine*. Marec 2005. Issue Number 200503.
4. MALCHEV, I. 2007. Plant-Oil-Based Lubricants. Department of Plant Agriculture, Ontario Agriculture College, University of Geulph, 50 Stone Road, Ontario, Canada N1G 2W1. 2007.
5. Oil check. 2007. Oil analysis, why do we do it. [on-line prezentácia Microsoft PowerPoint]. Dostupné na internete: <http://www.oilcheck.au>. [cit. 10. októbra 2007].
6. PETRANSKÝ, Ivan, DRABANT, Štefan, TKÁČ, Zdenko, ŽIKLA, Anton, BOLLA, Marek, KLEINEDLER, Peter. 2004. Skúšobné stavy pre životnostné skúšky hydrostatických prevodníkov. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004.163 s. ISBN 80-8069-343-9.
7. PETRANSKÝ, I. – BOLLA, M. – TKÁČ, Z. – DRABANT, Š. 2004. Acceleration of Life Test of a Hydrostatic Drive Using Polluted Fluid. In: *Acta Mechanica Slovaca*, roč. 8, 2004, č. 3-A, s. 681-688. ISSN 1335-2393.

8. RATAJ, V. 2003. Tvorba vedeckého a odborného textu. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 2003. ISBN 80-8069-162-2.
9. RUDNIK, L. – SHUBKIN, R. 1999. Sekond edition. Synthetic lubricants and high performance functional fluids. Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue. New York NY 10016. New York, 1999. ISBN 0-8247-0194-1.
10. SCNEIDER, M. – SCHMITH, P. 2002. Plant oil based lubricants in total loss and potential loss application. Bergische Universität Wuppertal Germany with Green Chemistry Network Manager University of York. Wuppertal, 2002.
11. STACHOWIAK, G. – BATCHELOR, A. 2005. Third edition. Engineering tribology. Elsevier Butterworth-Heinemann, 30 Corporate Drive, Suite 400 Burlington, Madison 01803. USA. 2005. ISBN-13: 978-07506-7836-0.
12. TKÁČ, Z. – PETRANSKÝ, I. – VARGA, D. – HUJO, L. – BOLLA, M. 2003. Hydraulický a prevodový systém traktora ZŤS 8011 pri práci s bioolejom. In: *Hydraulika a pneumatika*, roč. 5, 2003, č. 3, s. 32-35. ISSN 1335-5171.
13. TURZA, J. – TKÁČ, Z. 2005. Hydrogenerátory so striedavým prietokom kvapaliny.
14. VARCHOLA, M. 1992. Hydrostatické čerpadlá. 2. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 1992. 219 s. ISBN 8022704903.

PUBLIKOVANÉ PRÁCE SÚVISIACE S PROBLEMATIKOU

CVÍČELA, P., DRABANT, Š., MAJDAN, R.
 Sledovanie prevádzkového zaťaženia hydrogenerátora UD 25. In: Medzinárodná študentská vedecká konferencia 2008. Nitra. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Technická fakulta, 2008. ISBN 978-80-552-0042-2.

CVÍČELA, P., DRABANT, Š., TKÁČ, Z., MAJDAN, R.
 Riadiaci systém skúšobného stendu pre zaťažovanie hydrogenerátora. In: Energetické stroje a zařízení, termomechanika a mechanika tekutin 2008. Plzeň. Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika. S. 21-28. ISBN 978-80-7043-665-3.

CVÍČELA, P., MAJDAN, R., ABRAHÁM R., JABLONICKÝ J.
 Monitoring the Operating loading a Hydrostatic pump UD 25. In X. Medzinárodná konferencia mladých 2008. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008, s. 165-171.

CVÍČELA, P., MAJDAN, R., ABRAHÁM R.
 Prevádzkové zaťaženie hydrogenerátora traktora Zetor Forterra. In 34. Mezinárodní konference kateder dopravních, manipulačních, stavebních a zemědělských strojů 2008. Ostrava : Vysoká škola baňská v Ostrave, 2008, s. 111-117.

DRABANT, Š., TKÁČ, Z., ABRAHÁM, R., CVÍČELA, P., MAJDAN, R. 2007. Ťahové vlastnosti traktora FEND 926 VARIO. In: Vozidlá 2007. Nitra. Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2007, s. 31-36.

TKÁČ, Z., DRABANT, Š., ABRAHÁM, R., CVÍČELA, P., MAJDAN, R. 2006. Meranie tlakov v hydraulickom systéme traktora Zetor FORTERRA. In: Acta technologica agriculturae. roč. 9, 2006, č. 4, s. 85-88.

TKÁČ, Z., DRABANT, Š., BOLLA, M., CVÍČELA, P., MAJDAN, R. 2007. Skúšky technickej životnosti hydrostatických pohonov mobilných strojov. In: Vozidlá 2007. Nitra. Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2007, s. 214-221.

TKÁČ, Z., DRABANT, Š., MAJDAN, R., CVÍČELA, P. 2007. Testing Device for Laboratory Tests of Hydrostatic Pump of Agricultural Machinery. Agricultural Engineering. In: Research in Agricultural Engineering, 2007, č. 4, s. 127-141.

TKÁČ, Z., DRABANT, Š., MAJDAN, R., CVÍČELA, P. 2007. Návrh a realizácia skúšobného zariadenia pre laboratórne skúšky hydrostatických generátorov. In: Transfer 2007. Trenčianska Univerzita Alexandra Dubčeka, 2007. s. 151-159.

TKÁČ, Z., MAJDAN, R., CVÍČELA, P., ABRAHÁM, R., JABLONICKÝ J.,
 Použitie ekologickej hydraulickej kvapaliny v prevádzkových podmienkach generátora vibrácií C 136. In 34. Mezinárodní konference kateder dopravních, manipulačních, stavebních a zemědělských strojů 2008. Ostrava : Vysoká škola baňská v Ostrave, 2008, s. 117-125.

MAJDAN, R., CVÍČELA, P., TIROL, J. 2007. Meranie znečistenia kvapalín. In: IX. Medzinárodná vedecká konferencia mladých 2007. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2007, s. 75 – 81.

MAJDAN, R., CVÍČELA, P., JABLONICKÝ, J., IVANIŠOVÁ, K.
 The Observation of Hydrostatic Pump Deterioration during the Durability Test According to Hydraulic Fluids Contamination. In: X. Medzinárodná konferencia mladých 2008. Praha. ČZU v Prahe.

MAJDAN, R., TKÁČ, Z., DRABANT, Š., CVÍČELA, P., BOHÁT, M.
 Využitie termovízie pri hodnotení skúšky životnosti hydrogenerátora. In: Energetické stroje a zařízení, termomechanika a mechanika tekutin 2008. Plzeň. Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika. S. 123-128. ISBN 978-80-7043-665-3.