

30. Setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky



22.-24.6. 2011

Špindlerův Mlýn

Jednotlivý příspěvek ze sborníku



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Hodnotenie hydraulických kvapalín na základe zrýchlenej skúšky životnosti hydrostatického prevodníka

Juraj Tulík, Zdenko Tkáč, Ján Kosiba

¹ Ing. Juraj Tulík, SPU, TF, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, juraj.tulik@gmail.com

² prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD., SPU, TF, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, zdenko.tkac@uniag.sk

³ Ing. Ján Kosiba, SPU, TF, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, jan.kosiba@gmail.com

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá hodnotením a porovnaním skúšaných hydraulických kvapalín počas zrýchlenej skúšky životnosti hydrogenerátora. Hodnotiacim parametrom skúšky je pokles prietokovej účinnosti, ktorý nám charakterizuje zhoršenie technického stavu hydrogenerátora. Použité boli počas skúšky, novo vyvíjaná syntetická hydraulická kvapalina a rastlinný olej. Obe kvapaliny majú využitie v poľnohospodárskych strojoch ako spoločná prevodovo-hydraulická náplň.

1. Úvod

Úroveň techniky a tiež jej rýchly vývoj v súčasnej dobe umožňujú zaoberať sa vo väčšej miere aj otázkou ochrany životného prostredia. Jednou z odpovedí na túto otázku môže byť vývoj nových hydraulických kvapalín, ktoré sú šetrnejšie voči životnému prostrediu. Tieto kvapaliny je potrebné pred prvým uvedením do prevádzky dôkladne odskúšať. Zisťujú sa hlavne ich vlastnosti a vplyv kvapaliny na prvky hydraulického obvodu pracovného stroja.

S výhodou sa používajú laboratórne skúšky, kde zvýšením určitého menovitého parametru dosiahneme skrátenie doby skúšky, čo prináša oproti skúškam v prevádzke menšie finančné zaťaženie.

Skúšobné zariadenie pre zrýchlenú skúšku životnosti hydrogenerátora bolo navrhnuté na katedre Dopravy a manipulácie, Technickej fakulty SPU v Nitre a pri jeho návrhu sa vychádzalo z doterajších známych poznatkov z prevádzky poľnohospodárskych strojov.

2. Metodika merania

Zrýchlená skúška životnosti bola vykonaná s rastlinným olejom a novo vyvíjanou syntetickou hydraulickou kvapalinou. Následne bol hodnotený ich vplyv na technický stav hydrogenerátora použitého počas skúšky.

Rastlinný olej MOL Traktol ERTTO – jedná sa o ekologický univerzálny traktorový olej, ktorý je vyrobený na báze rastlinného oleja

a špeciálnych druhov prísad. Je to univerzálny traktorovo hydraulický olej určený na mazanie prevodoviek, rozvodoviek, hydraulických okruhov a iné.

Tab. 1 Základne parametre ERTTO

Parameter	Jednotka	Hodnota
Kinematická viskozita pri 100 °C	mm ² · s ⁻¹	10,38
Kinematická viskozita pri 40 °C	mm ² · s ⁻¹	47,89
Viskozitný index VI	-	213
Bod tuhnutia	°C	-39

Syntetická hydraulická kvapalina Farm UTTO synt – kvapalina patrí do skupiny univerzálnych prevodovo hydraulických kvapalín určených pre traktory. Z dôvodu, že sa jedná o novo vyvíjanú hydraulickú kvapalinu, neboli výrobcom (Slovnaft a.s.) poskytnuté bližšie špecifikácie.

Tab. 1 Základne parametre UTTO

Parameter	Jednotka	Hodnota
Kinematická viskozita pri 100 °C	mm ² · s ⁻¹	10,22
Kinematická viskozita pri 40 °C	mm ² · s ⁻¹	58,14
Viskozitný index VI	-	165
Bod tuhnutia	°C	-42

Hydrogenerátor UD 25 – počas skúšky životnosti bol hodnotený vplyv vybraných hydraulických kvapalín na technický stav hydrostatického prevodníka. Vybratý bol hydrogenerátor UD 25, ktorý sa používa u najnovších traktoroch Zetor Forterra.

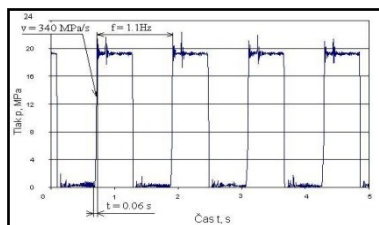


Obrázok 1: Hydrogenerátor UD 25

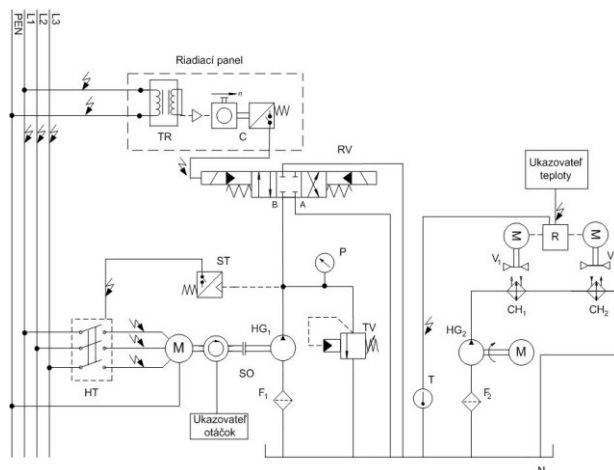
Jedná sa o jednosmerný zubový hydrogenerátor, rada UD má možnosť širokého rozsahu veľkosti geometrických objemov $V_G = 5 \text{ cm}^3$ až 40 cm^3 pri menovitých tlakoch až do 30 MPa. Hydrogenerátor je vybavený tlakovou hydraulickou kompenzáciou axiálnej vôle, ktorá je vytvorená tvarovým tesnením priamo v ložiskových čelách.

Skúšobné zariadenie pre zrýchlené skúšky životnosti hydrostatického prevodníka

Stroje pracujúce v odvetví poľnohospodárstva sú charakteristické dlhou nepretržitou a náročnou prevádzkou, ktorá sa podieľa na zvýšenej poruchovosti jednotlivých častí pracovného zariadenia. V reálnych podmienkach je hlavným faktorom, ktorý vplýva na stav hydraulického obvodu poľnohospodárskeho stroja, vznik tlakových rázov. Tieto rázy vznikajú zmenou polohy rozvádzača, ktorú vykonáva obsluha stroja, čo spôsobuje tlakové zaťaženie v hydraulickom obvode. Činnosť skúšobného zariadenia spočíva v neustálom cyklickom generovaní takýchto tlakových rázov v laboratórnych podmienkach, ktoré značne urýchľujú priebeh skúšky oproti skúškam vykonávaných v prevádzkových podmienkach. Priebeh takéhoto cyklického tlakového zaťaženia na obr.2.



Obrázok 2: Cyklické tlakové zaťaženie namerané v hydraulickom obvode skúšobného zariadenia
Hydraulická schéma skúšobného zariadenia je na obr. 3



Obrázok 3: Schéma skúšobného zariadenia

L_1, L_2, L_3, PEN - vodiče trojfázovej siete; TR - transformátor; C - cyklovač; RV - rozvádzač; P - manometer; T - merač teploty; HT - havarijné tlačidlo; M - elektromotor; SO - snímač otáčok; HG_1 - hydrogenerátor (UD 25); F_1, F_2 - čistič; ST - snímač tlaku; HG_2 - hydrogenerátor; CH_1, CH_2 - chladič; R - regulátor teploty; V_1, V_2 - ventilátor; N - nádrž, TV - tlakový ventil.

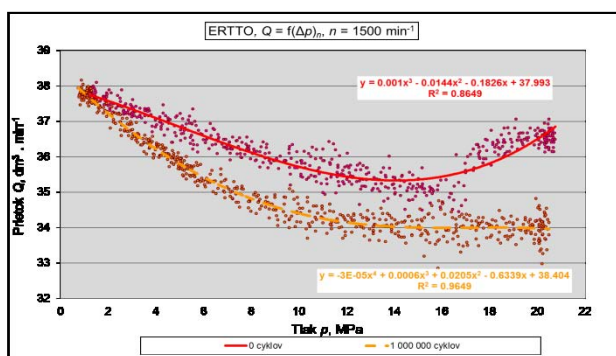
Hydrogenerátor UD 25 (HG_1) je poháňaný trojfázovým asynchrónnym elektromotorom M. Paralelne k HG_1 je pripojený tlakový ventil TV, ktorý je vo funkcii poistného ventilu. Na výstupe hydrogenerátora HG_1 je umiestnený elektro - hydraulický ovládaný rozvádzač. Keď je rozvádzač v základnej polohe, kvapalina prúdi pri tlaku blízkom nule do nádrže. Zmenu polohy rozvádzaču zabezpečuje cyklovač C, ktorý prepína polohy rozvádzača a tým spolu vytvárajú cyklické tlakové namáhanie. Z dôvodu zvyšovania teploty pracovného média počas prevádzky je v laboratórnom zariadení zaradený aj dvojstupňový obvod chladenia.



Obrázok 4: Skúšobné zariadenie pre zrýchlené skúšky životnosti

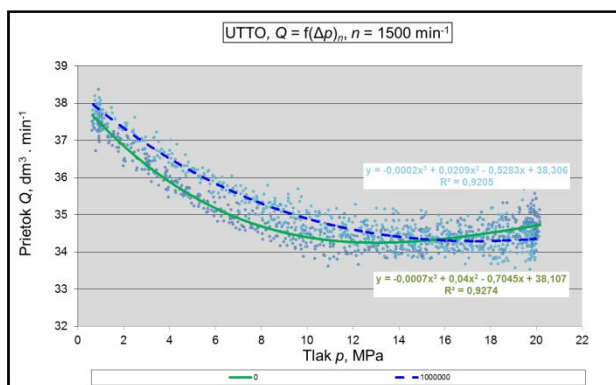
3. Dosiahnuté výsledky

V literárnych zdrojoch sa uvádza, že minimálny technický život hydrogenerátora by mal byť 10^6 cyklov a pokles prietokovej účinnosti by nemal presiahnuť hodnotu 20%. Hodnoty prietokov sme merali pomocou digitálnej záznamovej jednotky HMG 2020 a následne boli graficky spracované v podobe prietokových charakteristík. Zo štatisticky spracovaných hodnôt prietokov sme vypočítali poklesy prietokovej účinnosti, ktoré v našom prípade charakterizujú zhoršenie technického stavu hydrogenerátora. Aby sa zabránilo vzniku chýb merania z dôvodu zmeny viskozity, bola počas merania udržiavaná konštantná teplota.



Obrázok 5: Prietoková charakteristika rastlinného oleja typu ERTTO

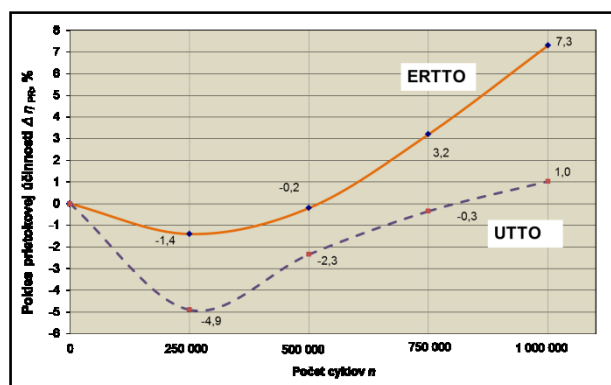
Opotrebenie hydrogenerátora sa prejaví poklesom jeho zvodového odporu, ktorý je maximálny pri novom hydrogenerátore a behom prevádzky dochádza k jeho poklesu, čo môžeme identifikovať poklesom hodnoty prietoku.



Obrázok 6: Prietoková charakteristika syntetickej hydraulickej kvapaliny typu UTTO

Na obr. 5 a 6 sú prietokové charakteristiky použitých hydraulických kvapalín.

Charakteristiky boli merané každých 250 000 cyklov. Pre väčšiu prehľadnosť uvádzame charakteristiky len pri 0 cykloch (nový hydrogenerátor) a pri 10^6 cykloch (hydrogenerátor po ukončení skúšky). Na základe prietokov, ktoré sa merali pri menovitých parametroch hydrogenerátora, teda $n = 1\,500\text{ min}^{-1}$, $p = 20\text{ MPa}$ a teplote kvapaliny $t = 50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ a ich štatistickým spracovaním, sme vypočítali poklesy prietokových účinností obr.7.



Obrázok 7: Porovnanie hydraulických kvapalín na základe poklesu prietokovej účinnosti

Z poklesov účinnosti jednotlivých pracovných médií je zrejmé, že pri novo vyvíjanej hydraulikej kvapaline typu UTTO hydrogenerátor zlepšoval svoje prevádzkové parametre, do 750 000 cyklov, čo pripisujeme procesu zábehu a prezentujú to záporné čísla hodnôt poklesu prietokových účinnosti. Po ukončení skúšky bol nameraný len 1,03 % pokles účinnosti. Pri rastlinnom oleji typu ERTTO bol proces zábehu zaznamenaný do 500 000 cyklov a od tohto okamihu začalo prevádzkové opotrebenie, čo nám prezentujú kladné hodnoty poklesov prietokových účinnosti.

4. Záver

Príspevok prezentuje zrýchlené skúšky hydraulických kvapalín a následne ich vzájomné porovnanie. Ako pracovné médium boli počas skúšky vybraté, rastlinný olej typu ERTTO a novo vyvíjaná syntetická hydraulická kvapalina typu UTTO. Kvapaliny boli hodnotené na základe technického stavu traktorového hydrogenerátora UD 25, ktorý bol

určovaný pomocou poklesu prietokovej účinnosti. Tento pokles bol vypočítaný pomocou štatistický spracovaných hodnôt prietokov, ktoré boli meraná každých 250 000 cyklov. Z porovnania oboch kvapalín možno konštatovať, že novo vyvíjaná syntetická kvapalina mala počas zrýchlenej skúšky životnosti lepšie prevádzkové vlastnosti, pretože bol zistený 1,03 % pokles prietokovej účinnosti hydrogenerátora, zatiaľ čo pri rastlinnom oleji táto hodnota dosiahla 7,3 %. Hydrogenerátor v oboch prípadoch vykazoval dobré prevádzkové vlastnosti, pretože ani v jednom prípade nenastal pokles prietokovej účinnosti nad limitnú hodnotu 20 %.

Podakovanie

Práca je spracovaná v rámci riešenia výskumného projektu VEGA MŠ SR „Eliminácia nežiaducich vplyvov prevádzky strojov na poľnohospodársku pôdu, vodu a ovzdušie.“ (The Elimination of Negative Operation Impacts of Machines on Agricultural Land, Water and Atmosphere), č. 1/0462/09.

5. Literatúra

- [1] CVÍČELA, P., DRABANT Š., MAJDAN R.. 2008. Sledovanie prevádzkového zaťaženia hydrogenerátora UD 25 - Observation of operating loading of the Zetor forterra hydrostatic pump UD 25 In: *International scietific student conference: SPU in Nitra 2008*. - ISBN 978-80-552-0042-2. - S. 28-32.
- [2] CVÍČELA, P., MAJDAN, R., ABRAHÁM, R., JABLONICKÝ, J.. 2008. Monitoring the operating loading of a hydrostatic pump UD 25. In *X. International conference of young scientists 2008: Conference Proceedings: Czech University of Life Sciences Prague, 2008*. - ISBN 978-80-213-1812-0. - S. 42-47.
- [3] JABLONICKÝ, J., ABRAHÁM, R., MAJDAN, R., CVÍČELA, P.. 2007. Skúšky traktora s biologicky odbúrateľným olejom - Tests of the tractor with biodegradable oil. In *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť : 3. medzinárodná vedecká konferencia*. - Košice : Technická univerzita, 2007. - ISBN 80-8073-258-2. - S. 123-127
- [4] JANOŠKO I., SEMETKO J., PETROVIČ A.: The degradable bio-oils in municipal engineering /.In *Czasopismo techniczne [seriál] : mechanika*. - Roč. 45, č. 6 (2004), s. 297-302.
- [5] JOBBÁGY, J., PETRANSKÝ, I., SIMONÍK, J. Tlakové režimy v hydraulike traktorov ZTS v súprave s poľnohospodárskym náradím. In *Medzinárodná študentská vedecká konferencia*. vyd. Spu v Nitre, 2003. S. 94-101.
- [6] KUČERA M., ROUSEK M., 2005. Environmentálne vhodnejšie hydraulické oleje pre hydraulické komponenty mobilnej techniky. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie: *Hydraulické mechanizmy mobilnej techniky*. Dudince 2005. ISBN 80-8069-601-2.
- [7] Simulácia tlakového rázu v hydraulickom obvode = The simulation of pressure surge in hydraulic circuit / Radoslav Majdan. In *XII. medzinárodná vedecká konferencia mladých 2010 [elektronický zdroj] : zborník vedeckých prác*, 22. - 23. september 2010. - Nitra : Technická fakulta SPU, 2010. - ISBN 978-80-552-0441-3. - S. 119-123.
- [8] MAJDAN, R., CVÍČELA, P., BOHÁT, M., IVANIŠOVÁ, K.. The observation of hydrostatic pump deterioration during the durability test according to hydraulic fluids contamination In *X. International conference of young scientists 2008 : Conference Proceedings, Czech Republic. - Prague : Czech University of Life Sciences Prague, 2008*. - ISBN 978-80-213-1812-0. - S. 147-153.
- [9] MIHALČOVÁ, J. KOŠŤÁLIKOVÁ, D.: Systém laboratórnych metód využívaných v TTL na tribotechnickú diagnostiku strojov. In: *REOTRIB 2005 : Kvalita palív a mazív : Sborník přednášek 11.ročníku konference Červenohorské Sedlo*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. p. 131-136. ISBN 80-7080-562-5
- [10] MIHALČOVÁ J. Global evaluation of quality oils by selected analytical methods. In: *Transactions of the Universities of Košice : Research reports from the Universities of Košice*. Košice : Technická univerzita, 2004. s. 72-75. Internet: ISSN 1335-2334.
- [11] ŠIMOR R., JANOŠKO I., CHRASTINA J.: Application of the choosen type biologic hydraulic oil into municipal vehicle's hydraulic system /.In *XXIX. setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky : mezinárodní konference*, 23.-25. 6. 2010, Rožnov pod Radhoštěm. - Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2010. - ISBN 978-80-248-2244-0. - S. 273-276.