

SKÚŠOBNÝ STAV PRE DYNAMICKÉ ZAŤAŽOVANIE HYDRO- STATICKEHO GENERÁTORA S VYUŽITÍM ELEKTROHYDRAU- LICKÉHO PROPORCIONÁLNEHO TLAKOVÉHO VENTILU

TESTING STAND FOR IMPACT LOADING OF HYDROSTATIC GENERATOR WITH UTILIZATION OF ELECTRO-HYDRAULIC OF PROPORTIONAL PRESSURE VALVE

Z. TKÁČ, M. GURINA, ⁽¹⁾J. TURZA, D. VARGA, ⁽²⁾P. KLEINEDLER

Summary:

This contribution is oriented in field of research of testing stands for monitoring of hydrostatic generators lifetime. Lifetime of hydrostatic generators were monitoring during impact and cyclic loading in laboratory conditions. Load characteristics were acquired from standards STN, self measurement and calculations. We can design testing stand according to education of loading categorize of testing stands with electro hydraulic proportional pressure valve.

Key words:

hydrostatic generator, testing stand, impact loading, lifetime, proportional pressure valve

ÚVOD

Význam skúšania strojov, ich agregátov alebo súčiastok v rámci vývojovej etapy neustále rastie a je významnou zárukou bezporuchovej prevádzky výrobku (Petranský, Drabant, 1988). V súčasnosti sa kladie dôraz na skracovanie etapy vývoja nových výrobkov, čo si vyžaduje mimoriadne nároky na metódy skúšania. Len veľmi ťažko možno realizovať niektoré skúšky priamo na strojoch či zariadeniach. Skúšanie životnosti hydrostatických prevodníkov a ostatných agregátov pracovných strojov je výhodné riešiť na špeciálnych skúšobných stavoch. V mnohých prípadoch je to jediné možné riešenie.

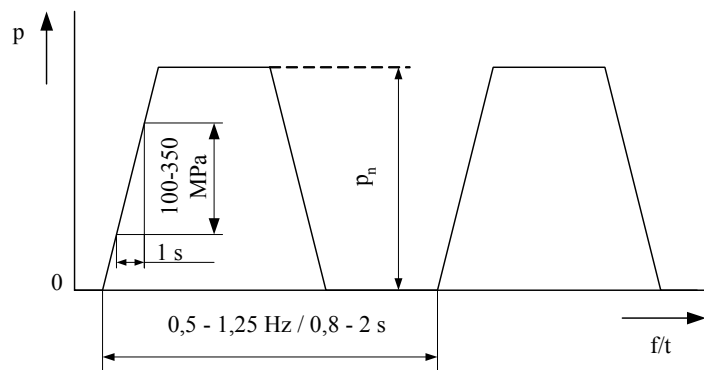
Dlhodobé skúšanie hydrostatických prevodníkov pre získanie ich parametrov životnosti a spoľahlivosti je nielen časovo, ale hlavne energeticky náročné. Jednou z možností zníženia energetickej náročnosti je realizácia zrýchlenej životnostnej skúšky (Kopáček, 1987).

Skúšobné zariadenia na sledovanie životnosti hydrostatických prevodníkov a ostatných agregátov pracovných strojov v laboratórnych podmienkach nadobúdajú stále väčší význam a z toho vyplýva aj požiadavka na vývoj takýchto zariadení.

MATERIÁL A METÓDY

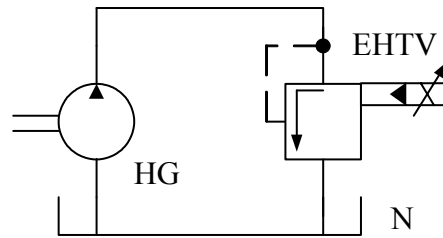
Cieľom práce bolo navrhnuť skúšobný stav pre skúšanie hydrogenerátorov dynamickým zaťažením. Dynamické zaťažovanie sa využíva pri zrýchlených životnostných skúškach hydrogenerátorov. Dynamické zaťažovanie je realizované vybraným priebehom prevádzkového tlaku alebo cyklickým priebehom tlaku definovaným v STN 11 9312 Axiálne piestové hydrostatické generátory a motory pre tlaky p_n 16,32 a 40 MPa, čl. 4, resp. STN 11 9287 Hydrostatické zubové generátory a motory pre tlaky p_n 16,20 a 25 MPa, čl. 4. realizujeme pomocou zotrvačnickového skúšobného stavu.

Pri stanovení požiadaviek kladených na skúšobný stav vychádzame z parametrov predpokladaných skúšaných prevodníkov a z uvedených noriem, v ktorých sú požiadavky na spoľahlivosť stanovené nasledovne: „Technický život pri cyklickom tlakovom namáhaní od nuly do menovitého tlaku s frekvenciou 0,5 až 1,25 Hz, pri rýchlosti nárastu tlaku 100 až 350 MPa.s⁻¹, pri menovitých parametroch musí byť minimálne 10⁶ cyklov. Pripúšťa sa zníženie prietokovej účinnosti o maximálne 20%“. Na obr.1 je znázornený teoretický priebeh zaťažovacieho cyklu podľa STN 11 9312 (STN 11 9287).



Obr. 1 Teoretický priebeh zaťažovacieho cyklu podľa STN 11 9312 (STN 11 9287)
Fig.1 Theoretic course of stress cycle according to STN 11 9312 (STN 11 9287)

Požadovaná zmena dynamického zaťaženia hydrogenerátora **HG** je spojitá riadená pomocou elektrohydraulického proporcionálneho tlakového ventilu **EHTV**. Proporcionálny tlakový ventil je aktívnym členom elektrohydraulického systému skúšobného stavu, ktorý zabezpečuje spojitý prevod riadiaceho signálu na úmerný tlak pracovnej kvapaliny. Pre simulovanie dynamického zaťažovania hydrostatických prevodníkov pomocou elektrohydraulických tlakových ventilov je potrebné mať k dispozícii vhodný číslicový riadiaci systém pozostávajúci z počítača PC a D/A prevodníka. Na obr. 2 je znázornená principiálna schéma pre dynamické zaťažovanie hydrogenerátora.



Obr. 2 Principiálna schéma pre dynamické zaťažovanie hydrogenerátora.
Fig. 2 Chart for impact loading of hydrogenerator

Navrhnutý skúšobný stav je potrebné osadiť meracou technikou na meranie a registráciu nasledovných fyzikálnych veličín:

- otáčky,
- tlak,
- teplota.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Funkčný návrh skúšobného stavu je na obr. 3. Pohon skúšaného hydrogenerátora **HG1** je realizovaný asynchrónnym elektromotorom **EM** cez remeňový prevod **P**. Vstup **HG1**, pred ktorý je napojený tlakový čistič **F** typu **FG-II** s menovitou jemnosťou čistenia **10 μm**, je napojený na hydraulickú nádrž **N**. Hydraulický obvod je istený tlakovým ventilom **TV1** typu **VP 2-10**. Výstup hydrogenerátora **HG1** je napojený na elektrohydraulický proporcionálny tlakový ventil **EHTV** firmy **ORSTA HYDRAULIK** typu **NW 10**. Vybraté technické parametre ventilu **NW 10** sú uvedené v tabuľke 1. Zaradený proporcionálny ventil **EHTV** predstavuje funkčný blok elektrohydraulického systému simulátora zabezpečujúci spojitý prevod elektrického riadiaceho signálu na úmerný tlak pracovnej kvapaliny. Elektrohydraulický proporcionálny tlakový ventil je schopný pracovať len v spojení s elektronickým zosilňovačom. K použitému ventilu je určený elektronický zosilňovač **HL-AVL 12**. Chladenie realizujeme chladičom **CH**. Na základe uskutočnených výpočtov sme použili olejové chladiče určené pre chladenie oleja prevodovky traktora **Z-12045**. Ako ventilátory chladenia pre olejové chladiče sme použili elektrické ventilátory z chladenia automobilov **ŠKODA 120**. Za účelom zabezpečenia optimálnej viskozity oleja je v nádrži zabudovaný kontaktný teplomer typ **METRA IP 30** s rozsahom **0 – 200 °C**, ktorý pri dosiahnutej nastavenej teplote (**50 °C**) zapne elektromotor ventilátora chladiča. Clona **C1** slúži na tlmenie tlakomeru **TL1**. Ako clony sme použili vysokotlakové rúrky používané vo vstrekovacích čerpadlách. Uzatváranie tlako-

merov v tlakových vetvách uskutočňujeme uzatváracími ventilmi UV1 a UV2 typu 8 LUN 7373.

Tabuľka 1 Technické parametre proporcionálneho ventilu NW 10
Table 1 Technical parameters of the proportional valve NW 10

Parameter		Označenie	Jednotka	Hodnota
Prietok	menovitý	Q_n	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	100
	maximálny	Q_{\max}	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	250
Maximálny tlak na vstupe P a T_x		p_{\max}	MPa	32
Maximálna hysterézia charakteristiky $p = f(U_S/U_{S\max})$		p_{hys}	MPa	0,5
Maximálny čas nastavenia zdvihu magnetu pri skoku z hodnoty 10% na 90% a z 90% na 10%		τ	ms	80
Viskozita pracovnej kvapaliny		ν	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$(10 \div 400) \cdot 10^{-6}$
Teplota	kvapaliny	t_p	$^{\circ}\text{C}$	0 až 70
	okolia	t_o	$^{\circ}\text{C}$	0 až 55
Menovitá filtrácia pre $Q = 16 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$		f	μm	25
Menovité napätie		U	V	12

Návrh riadiaceho systému skúšobného stavu

Skúšobný stav je ovládaný a riadený počítačovým riadiacim systémom. Samotné riadenie elektrohydraulického proporcionálneho tlakového ventilu EHTV sa uskutočňuje digitálno-analógovým prevodníkom D/A a elektronickou riadiacou jednotkou. Prevodník D/A prevádza digitálny riadiaci signál vytvorený počítačom na analógový signál, riadiace napätie U_R , ktoré je funkciou času. Analógový signál $U_R = f(t)$ je následne zosilnený v elektronickej riadiacej jednotke a privedený na proporcionálny tlakový ventil.

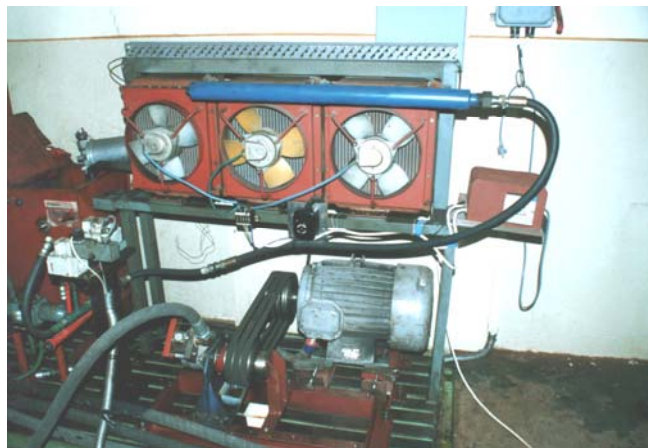
Návrh meracieho systému skúšobného stavu

Na meranie otáčok skúšaného hydrogenerátora HG1 použijeme indukčný snímač otáčok n_G . Signál je so snímača cez adaptér privedený na frekvenčný vstup a zaznamenávaný meracím prístrojom HMG 2020.

Meranie tlaku na výstupe hydrogenerátora **HG1** pre priame odčítanie uskutočňujeme pomocou deformačného tlakomeru **TL1** s pružnou rúrkou s meracím rozsahom **0 – 60 MPa** a s presnosťou merania **2 %**. Meranie tlakov a zaznamenávanie ich zmien uskutočňujeme snímačom **TL2** typu **HDA 3444-A-400-009** s menovitým meracím rozsahom 40 MPa. Signál so snímačov tlaku je privedený cez adaptér na vstup prístroja HMG 2020.

Na meranie teploty oleja v nádrži sme použili termoelektrické snímače **T1** typ Pt1000 s rozsahom do 1000 °C, teplotu prostredia sledujeme snímačom **T2** (typ Pt1000). Na záznam sledovaných teplôt použijeme záznamovú jednotku **MS 3** (fy COMET System, s. r. o, ČR).

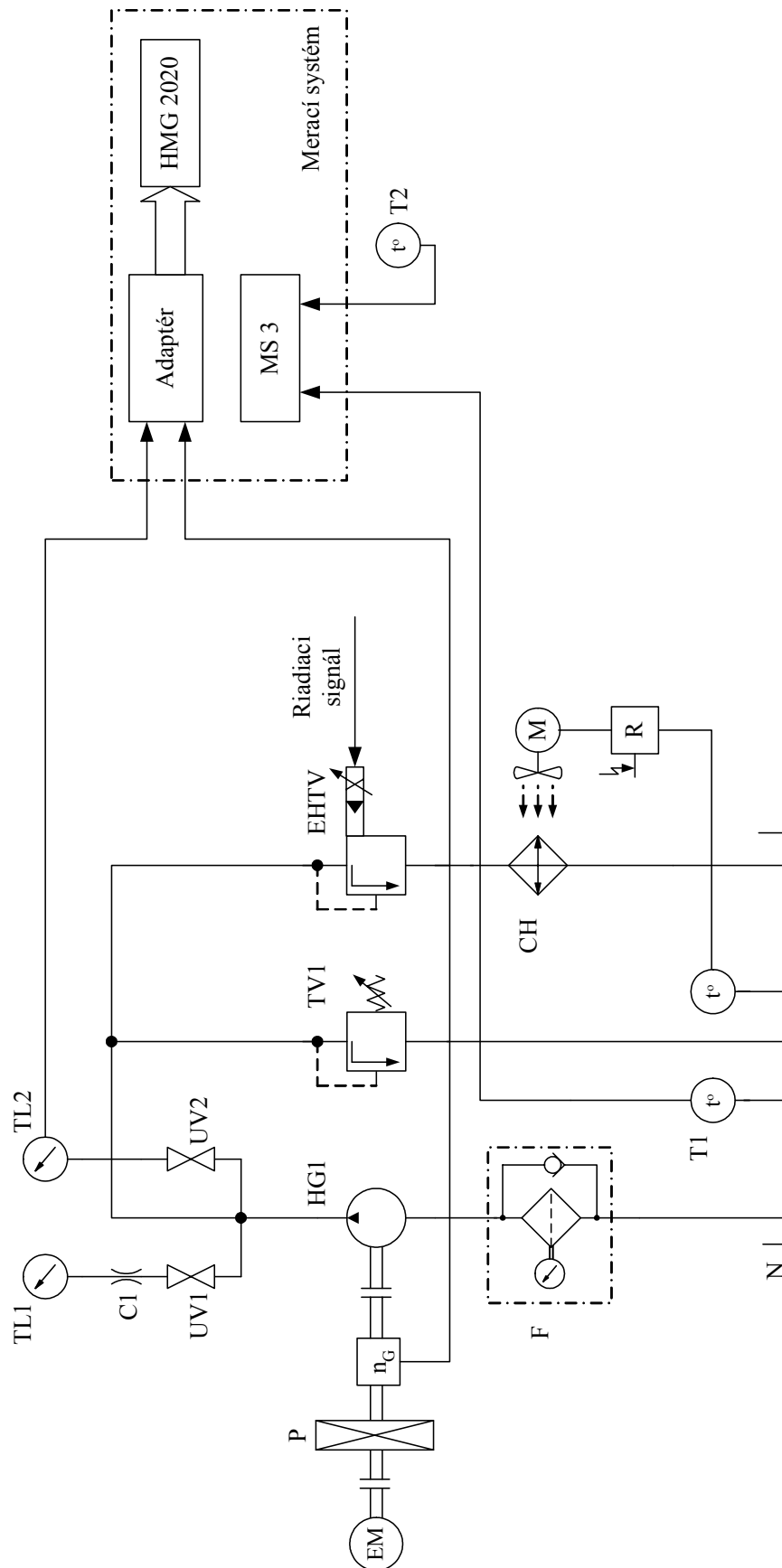
Na obr. 4 je pohľad na realizovaný skúšobný stav. Na navrhovanom skúšobnom stave budeme sledovať životnosť traktorových hydrogenerátorov typu PZ 2-18-KS2. Vybraté technické parametre prevodníka PZ 2-18-KS2 sú uvedené v tab2.



Obr. 4 Pohľad na skúšobný stav pre dynamické zaťažovanie hydrogenerátora
Fig.4 View of testing stand for impact loading of hydrogenerator

Tabuľka 2 Vybraté technické parametre hydrogenerátora PZ 2-18-KS2
Table 2 Selected technical parameters of hydrogenerator PZ- 2-18- KS2

Parameter	Označenie	Jednotka	Hodnota
Menovitý tlak	p_G	MPa	16
Optimálna teplota oleja	t	°C	$50 \pm 10 \%$
Menovité otáčky hydrogenerátora	n_G	min^{-1}	1875
Prietok nového hydrogenerátora	Q	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	28
Minimálny prietok hydrogenerátora	Q_{\min}	$\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	19



Obr. 3 Skúšobný stav pre dynamické zaťažovanie hydrogenerátora
 Fig.3 Testing stand for impact loading of hydrogenerator

ZÁVER

V súvislosti so stále stúpajúcimi nárokmi na nové hydrostatické prevodníky, pohony a mechanizmy z hľadiska výkonnosti, zdokonaľovania ich funkcie zavádzaním nových konštrukčných riešení s použitím elektroniky ešte viac narastajú požiadavky na ich životnosť, prevádzkovú spoľahlivosť a dynamické vlastnosti. Skúšanie životnosti hydrostatických prevodníkov je výhodné riešiť na špeciálnych skúšobných stavoch v laboratórnych podmienkach, pričom mnohokrát je to jediné možné riešenie. Vierohodnosť výsledkov získaných skúškami v laboratórnych podmienkach je veľmi závislá od toho, ako sa zaťaženie v priebehu skúšky životnosti priblíži skutočným prevádzkovým podmienkam. V príspevku je uskutočnený návrh skúšobného stavu pre sledovanie životnosti hydrostatických prevodníkov v laboratórnych podmienkach, tak aby bolo možné uplatniť najmodernejšie spôsoby ich riadenia a dosiahnuť simulovanie dynamických zaťažovacích charakteristík, ktoré sa čo najviac približujú skutočným prevádzkovým podmienkam.

LITERATÚRA

- BOLLA, Marek- PERTANSKÝ, Ivan:** Determination of hydraulic resistance using a system of diagrams. In: *Acta technologica agriculturae*, vol. 5, 2002, No. 3, p. 64-69. ISSN 1335-2555.
- HUJO, Ľubomír - ABRAHÁM, Rudolf.** Metodika skúšania trojbodového závesu traktora. In *Zborník z II. medzinárodnej konferencie mladých 2000 : Račková dolina - Západné Tatry 11.-13.10.2000*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2000. ISBN 80-7137-762-7. s. 120-125.
- DRABANT, Štefan - POKORNÝ, Karel - OPÁTH, Rudolf - GONDA, Ľubomír - JABLONICKÝ, Juraj.** Koncepcné riešenie riadiaceho systému traktora. In *Acta mechanica Slovaca*. ISSN 1335-2393. Roč. 6, č. 2 (2002), s. 531-534.
- PETRANSKÝ, Ivan - DRABANT, Štefan - ŽIKLA, Anton - KLEINEDLER, Peter - JABLONICKÝ, Juraj - GRMAN, Imrich.** Life test of axial hydrostatic drive. In *Research in Agricultural Engineering*. ISSN 1212-9151. Roč. 48, č. 3 (2002), s. 85-93.
- PETRANSKÝ, Ivan - DRABANT, Štefan - JABLONICKÝ, Juraj.** Hydrostatické transmisie mobilných energetických prostriedkov (1. časť). In *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*. ISSN 1335-6178. Roč. 6, č. 5 (2003), s. 26-28.
- TKÁČ, Z. - GÁLIK, R. - KROČKO, V.:** Hodnotenie vlastností ekologickej kvapaliny a jej vplyv na spoľahlivosť techniky. In: *Mechanization of Agricultural Production (Volume XV)*. Lublin Kyiv : National Agrarian University of Ukraine, s. 237 - 243. ISBN 966-7906-06-X.
- TKÁČ, Z. - DRABANT, Š. - JABLONICKÝ, J. - VARGA, D.:** Prevádzkové meranie dynamického zaťaženia traktorového hydrogenerátora. In: *Acta technologica agriculturae*, roč. 7, 2004, č. 4, s. 91-94. ISSN 1335-2555.

- TKÁČ, Z. - GÁLIK, R. - KROČKO, V.:** Hodnotenie vlastností ekologickej kvapaliny a jej vplyv na spoľahlivosť techniky. In: Mechanization of Agricultural Production (Volume XV). Lublin Kyiv : National Agrarian University of Ukraine, s. 237 - 243. ISBN 966-7906-06-X.
- ŽIKLA, A. - DRABANT, Š.:** Zisťovanie základných parametrov regulačnej hydrauliky v laboratórnych podmienkach. Zemědělská technika, 33, 1987, č. 8, s.4655-474.
- ŽIKLA, A.:** Laboratórne skúšky silovej regulácie trojbodového závesu traktorov ZETOR UR II. Acta Technologica agriculturæ XXXIII. Nitra 1992.

Súhrn

Predložený príspevok rieši problematiku výskumu skúšobných stavov na sledovanie životnosti hydrostatických generátorov pri dynamickom prevádzkovom a cyklickom zaťažovaní v laboratórnych podmienkach. Pri uskutočňovaní návrhu zaťažovacieho zariadenia sme vychádzali zo zaťažovacích charakteristík daných STN, zo zaťažovacích charakteristík získaných vlastným meraním, v niektorých prípadoch z literatúry, z charakteristík jednotlivých hydraulických a elektrohydraulických prvkov z uskutočnených výpočtov. Navrhnutý skúšobný stav môžeme podľa spôsobu vyvodzovania požadovaného zaťaženia zaradiť medzi skúšobné stavy s elektrohydraulickými proporcionálnymi tlakovými ventilmi. Veľkou prednosťou takto navrhnutých stavov je možnosť simulácie dynamického prevádzkového zaťaženia získaného meraním a tým možnosť priblížiť podmienky laboratórnych skúšok skutočnej prevádzke.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia výskumného projektu VEGA 01/0588/03 „Minimalizácia znečistenia ovzdušia a pôdy poľnohospodárskou technikou“ a VEGA 01/0300/03 „Výskum vlastností nových štruktúr hydrostatických piestových prevodníkov pre tlak 70 MPa“.

Kľúčové slová:

hydrostatický generátor, skúšobný stav, dynamické zaťažovanie, životnosť, proporcionálny tlakový ventil

Kontaktná adresa:

doc. Ing. ŠTEFAN DRABANT, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Mechanizačná fakulta, Katedra vozidiel a tepelných zariadení, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika tel.: + 421 37 650 85 31, e-mail: stefan.drabant@uniag.sk

Ing. Peter Kleinedler, PhD., HP Engineering s.r.o., Turčianské Teplice, e-mail: pkleinedler@hotmail.com.

Doc. Ing. Jozef Turza, CSc., Slovenská technická univerzita, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, Detašované pracovisko MtF STU Dubnica nad Váhom, e-mail: dpmtf@ztsdubnica.sk, č.t. 042/4485074.