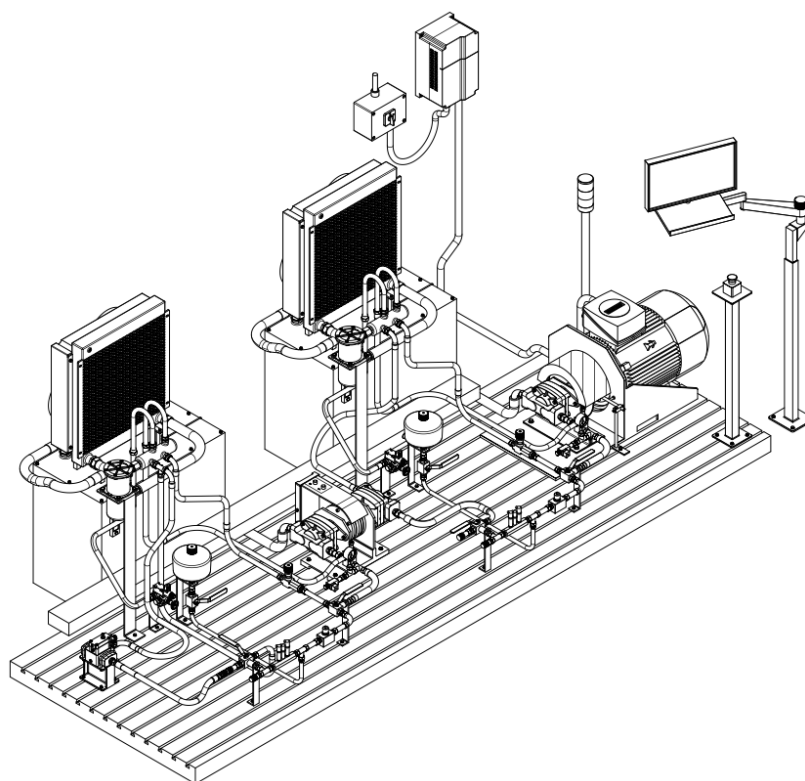


Ľubomír Hujo – Juraj Jablonický – Zdenko Tkáč

**Návrh inovatívneho laboratórneho simulačného
zariadenia na skúšanie hydrostatických prevodníkov
a hydraulických kvapalín**



Nitra 2017

Názov: Návrh inovatívneho laboratórneho simulačného zariadenia na skúšanie hydrostatických prevodníkov a hydraulických kvapalín

Autori: Ing. Ľubomír Hujo, PhD. (3,98 AH)

Technická fakulta, SPU v Nitre

Ing. Juraj Jablonický, PhD. (1,33 AH)

Technická fakulta, SPU v Nitre

prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD. (1,33 AH)

Technická fakulta, SPU v Nitre

Recenzenti: prof. Ing. Anton Žikla, CSc.

doc. Ing. Ján Jobbágy, PhD.

Vedecká monografia vznikla v rámci riešenia grantového projektu a v monografii sú prezentované výsledky, ktoré boli získané v rámci výskumných projektov:

MŠVVaŠ SR VEGA č. 1/0337/15 „Výskum vplyvu poľnohospodárskej, lesníckej a dopravnej techniky na životné prostredie a jeho eliminácia na základe aplikácie ekologických opatrení“

MŠVVaŠ SR VEGA č. 1/0857/12 „Zníženie nežiaducich vplyvov poľnohospodárskej a dopravnej techniky na životné prostredie“

Vedecká publikácia vznikla s podporou Výskumného centra AgroBioTech vybudovaného v rámci projektu Vybudovanie výskumného centra “AgroBioTech” ITMS 26220220180.

Na základe výsledkov výskumu prezentovaných v tejto vedeckej monografii bol schválený úžitkový vzor č. 7427 s názvom „Súbežné testovacie zariadenie na meranie prietokových charakteristík a technickej životnosti hydrostatických prevodníkov“, ktorého autorský kolektív tvorí: prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD., Ing. Ľubomír Hujo, PhD., Ing. Juraj Jablonický, PhD.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 6. 3. 2017 ako vedeckú monografiu.

ISBN 978-80-552-1645-4

Pod'akovanie

Ďakujeme recenzentom a spolupracovníkom, ktorí svojimi odbornými stanoviskami prispeli k zvýšeniu kvality predkladanej vedeckej monografie.

OBSAH

Zoznam skratiek a značiek	6
Úvod	9
1 Hydraulické kvapaliny v hydraulickom systéme	11
1.1 Vlastnosti hydraulických kvapalín	13
1.2 Znečistenie hydraulických kvapalín	25
1.3 Diagnostické metódy hydraulických mechanizmov	28
1.4 Typy testov hydraulických kvapalín	30
1.4.1 Test hydrolytickej stability hydraulických kvapalín	30
1.4.2 Test oxidačnej stability pre hydraulické oleje	30
1.4.3 Test uvoľnenia vzduchu z hydraulickej kvapaliny	31
1.4.4 Skúška teplotnej stability hydraulických kvapalín so strojom Cincinnati	32
1.4.5 Test separácie vody	33
1.5 Merané veličiny v hydraulickom systéme	34
1.6 Meranie združených veličín v hydraulickom systéme	42
2 Hydrostatické prevodníky	45
2.1 Parametre hydrostatických prevodníkov	48
2.1.1 Charakteristiky hydrostatických prevodníkov	54
2.1.2 Charakteristiky hydrogenerátorov	54
2.1.3 Charakteristiky hydromotorov	58
2.2 Aplikácia skúšobných laboratórnych zariadení hydraulických mechanizmov a kvapalín	63
2.2.1 Teoretické predpoklady pre dynamické zaťažovanie hydrostatických prevodníkov	64
2.2.2 Teoretické predpoklady pre cyklické tlakové zaťažovanie hydrostatických prevodníkov	66
2.2.3 Teoretické predpoklady pre zaťažovanie hydrostatických prevodníkov konštantným a prevádzkovým tlakom	68
2.2.4 Teoretické predpoklady pre realizáciu skúšok životnosti hydrostatických prevodníkov	70
3 Riadiace a pomocné prvky hydraulického obvodu	73

3.1 Prvky pre hradenie prietoku	73
3.2 Prvky pre riadenie tlaku	75
3.3 Prvky pre riadenie prietoku	75
3.4 Pomocné prvky a príslušenstvo	76
4 Návrh laboratórneho zariadenia na skúšanie hydrostatických prevodníkov a hydraulických kvapalín.....	79
4.1 Návrh pohonu a meracích zariadení hydraulického obvodu	80
4.2 Popis laboratórneho skúšobného zariadenia na skúšanie hydrostatických prevodníkov a hydraulických kvapalín	87
4.3 Popis prvkov hydraulického skúšobného zariadenia.....	94
4.4 Prevádzkové meranie hydraulického obvodu traktora	102
4.5 Overovacie meranie primárneho okruhu laboratórneho skúšobného zariadenia	105
4.6 Overovacie meranie prietokových charakteristík hydrogenerátora.....	112
4.7 Overovacie meranie činnosti EHPV.....	118
5 Odporúčania pre ďalší výskum v riešenej problematike	123
6 Záver.....	127
Súhrn	129
Summary	131
Zoznam použitej literatúry	133

Zoznam skratiek a značiek

ASTM	American Society for Testing and Materials
b	šírka zubu
d	priemer dráhy v statore
DIN	Deutsche Industrie-Normen
DVI	Dichtungsverträglichkeits
e	excentricita
h	výška hladiny kvapaliny
h_z	výška zubu
HETG	Hydraulic–Enviromental–Tri–Glyceride
HEES	Hydraulic–Enviromental–Ester–Synthetic
HEPR	Polyalpha olefins (PAO)
HEPG	Hydraulic–Enviromental–Poly–Glycol
HFAE	emulzie olej vo vode, obsah vody >80 %,
HFAS	pravé roztoky oleja vo vode, >80 %
HFB	emulzie voda v oleji
HFC	roztoky polymérov vo vode, <80 % (voda - glykol)
HFD	phosphate ester
HFDR	syntetické kvapaliny, estery kyseliny fosforečnej, bez vody
HFDS	syntetické kvapaliny na báze chlórovaných uhlíkovodíkov, bez vody
HFDT	zmes HFDR+HFDS, bez vody
HFDU	syntetické iné, bez vody (organické estery)
HG	hydrogenerátor
HM	hydromotor
ISO	International Organization for Standardization
KOH	hydroxid draselný
M_{HG}	krútiaci moment na hriadeli hydrogenerátora
M_{hm}	krútiaci moment na hriadeli hydromotora
m_z	modul ozubení
n	otáčky
p	tlak
P_{hc}	tlak vystupujúci z hydrogenerátora
P_{hm}	tlak vstupujúci do hydromotora
Q	prietok

r_1	polomer menšieho oblúku krivkovej dráhy
r_2	polomer väčšieho oblúku krivkovej dráhy
STN	Slovenská technická norma
TAN	Total Acid Number
V_{ghg}	geometrický objem hydrogenerátora
V_{ghm}	geometrický objem hydromotora
WGK	Wassergefahr-dungsklasse
w	rýchlosť prúdenia kvapaliny
z	počet zubov
α	osová vzdialenosť
ρ	hustota kvapaliny
η_{hmHG}	hydromechanická účinnosť hydrogenerátora
η_{hmHM}	hydromechanická účinnosť hydromotora
Δp_G	tlakový spád

Úvod

Hydraulické mechanizmy sú v súčasnosti neodmysliteľnou súčasťou strojov a technologických zariadení, ktoré sa používajú v rôznych odvetviach priemyslu, poľnohospodárstva, dopravy a manipulácie. Súčasťou každého funkčného hydraulického mechanizmu je kvapalina, ktorá je jeho hlavným a najdôležitejším prvkom. Vlastnosti a schopnosť testovania pracovných kvapalín, je predpokladom k určeniu stavu hydraulického mechanizmu, prípadne objasneniu príčiny poruchy hydraulického mechanizmu a jeho častí. Súčasné poľnohospodárstvo kladie čoraz väčšie nároky na mechanizáciu a na zvyšovanie technickej úrovne mobilných energetických prostriedkov, ktoré sú ovplyvňované formami poľnohospodárskej výroby. Jedným z najčastejšie využívaným mobilným energetickým prostriedkom v poľnohospodárstve je poľnohospodársky traktor, ktorý svojou konštrukciou je usporiadaný tak, aby boli efektívne využité jeho špecifické exploatačné vlastnosti. Na minimalizáciu trecích síl, ktoré vznikajú pri činnosti viacerých skupín traktora sa používajú rôzne druhy mazív. Súčasne je prenos energie zabezpečovaný hydraulickými kvapalinami, pri havarijnom úniku kvapaliny, nastáva také znečistenie pôdy a zdrojov vody, ktoré sú často krát dlhodobo nevhodné pre ďalšie použitie.

Na základe uvedených skutočností sa vo vedeckej monografii zaoberáme návrhom inovatívneho laboratórneho skúšobného zariadenia na skúšanie hydrostatických prevodníkov používaných v mobilných energetických prostriedkoch, s možnosťami využívania a aplikácie ekologických mazív, ako základného predpokladu ekologickej prevádzky poľnohospodárskej, prípadne lesníckej techniky. Na hydrostatické mechanizmy a ich súčasti sa stále zvyšujú nároky na technickú úroveň, spoľahlivosť, bezpečnosť, životnosť a znižovanie nákladov prevádzkovej údržby. Navrhované laboratórne zariadenie umožní výskum vplyvu použitých kvapalín v mobilnej technike na životné prostredie. Pri zaťažení jednotlivých uzlov v hydraulickom obvode navrhované zariadenie umožní skúmať možnosti aplikácie ekologických mazív, s vyhodnotením ich vlastností a súčasne porovnaním vlastností minerálnych olejov. K odbornému posúdeniu problematiky merania a skúšania hydrostatických prvkov a kvapalín, ktoré predstavujú súčasť hydraulických systémov

využívaných v konštrukcii nielen poľnohospodárskych strojov, ale aj v dopravnej, manipulačnej, obrábacej technike, sú potrebné znalosti konštrukcie a funkcie zariadení, prevádzkových režimov zariadení, metód merania a skúšania. Rovnako laboratórne zariadenie umožní sledovanie spoľahlivosti a životnosti hydraulických prevodníkov zaťažovaných stálym a premenlivým tlakom pri použití rôznych druhov nositeľov energie. Na uvedenom zariadení bude možné použitie viacerých diagnostických postupov pre diagnostiku jednotlivých hydraulických prvkov, ako je tribodiagnostika, termodiagnostika, s cieľom komplexného posúdenia technického stavu diagnostikovaného objektu.

Autori:

Lubomír Hujo - Juraj Jablonický - Zdenko Tkáč

Názov:

Návrh inovatívneho laboratórneho simulačného zariadenia
na skúšanie hydrostatických prevodníkov a hydraulických kvapalín

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2017

Náklad: 100 ks

AH-VH: 6,64-6,84

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU.

ISBN 978-80-552-1645-4