

# SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE ELEKTROSTATICKÝM ČIŠTĚNÍM OLEJE

www.mmspektrum.com/090617

Kleentek

**Čistota oleje se stává jednoznačně nejdůležitějším faktorem pro bezproblémový chod hydrostatických mechanismů. Dosazení nejvyšší možné hranice čistoty oleje a potažmo systému je důležité nejen pro životnost těchto mechanismů, ale i pro optimalizaci energetické bilance v provozních podmínkách.**

Hydrostatické systémy využívají k přenosu energie tlakovou energii kapaliny, v našem případě hydraulického oleje. V reálném prostředí dochází při přenosu tlakové energie k její přeměně. Tlaková energie se přeměňuje na energii:

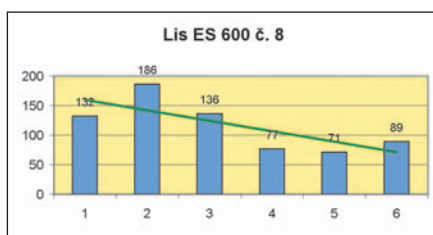
- **mechanickou** – na výstupu z hydrogenerátoru;
- **tepelnou** – na hydraulických odporech proti pohybu (škrticí ventil, rozvaděč, tlakový ventil, ztráty ve vedení apod.);
- **kinetickou** – na hydraulických odporech proti zrychlení (hmoty pístnice, zátěže, kapaliny ve vedení apod.);
- **deformační** – na odporu proti deformaci (v akumulátoru, v pružné hadici, ve vlastním oleji apod.).

Hydrostatické systémy moderních strojů a zvláště vstřikovacích lisů jsou konstruovány jako energeticky úsporné. Většina tlakové energie se přeměňuje v mechanickou práci a pouze část v energii tepelnou. Pomineme-li fakt možných konstrukčních a projekčních nedostatků hydrostatických mechanismů, lze úspor vložené elektrické energie docílit převážně snížením koeficientu tření na styčných plochách mechanismu a snížením odporu proti proudění oleje ve škrticích místech. Místem, kde dochází k největšímu přenosu energie a kde lze očekávat nejvýraznější úspory, je hydrogenerátor.

## Hydrogenerátor

Hydrogenerátor je vlastně vysokotlaké hydrostatické čerpadlo. Při použití v hydrostatickém mechanismu není určující přečerpávání objemu oleje, ale vytváření (generování) tlaku oleje. Požadavky, které jsou kladeny na hydrogenerátory a které souvisí s úsporou energie, lze shrnout do těchto bodů:

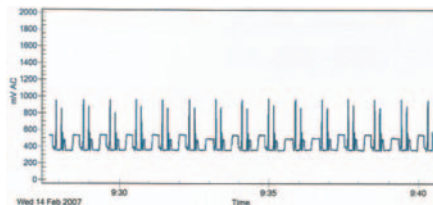
- hydrogenerátor má mít co nejmenší mezery mezi pevnými a pohyblivými částmi;
- odpor proti pohybu kapaliny v hydrogenerátoru má být co nejmenší;



Obr. 1. Trend vývoje znečištění oleje – obsah nečistot v mg.kg<sup>-1</sup> u lisu ES 600 č. 8. Měření č. 1, 2, 3 – provozní stavy (2. 5. 2005, 26. 4. 2006 a 9. 2. 2007), měření č. 4 po ELC (21. 2. 2007), měření č. 5 a 6 před a po 2. cyklu čištění ELC (30. 5. a 5. 6. 2007)

- odpor proti pohybu rotujících a pohyblivých částí hydrogenerátoru má být co nejmenší;
- olej, který slouží jako tlakové médium, má být co nejčistší.

Z uvedených požadavků lze předjímat určitou závislost mezi snižujícím se koeficientem tření



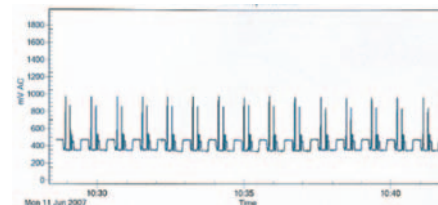
Obr. 2. Průběh proudu před ELC

ve styčných plochách a sníženou spotřebou dodané energie. Hydrogenerátor vždy pracuje v reálných podmínkách stlačitelné a vazké kapaliny, s vřelými mezi činným prvkem (rotorem) a tělesem (statorem), s odpory v ložiskách a ucpávkách a také s možnými výrobními tolerancemi i vadami. Realnost podmínek se vždy projeví nejen na docílených skutečných výkonových parametrech hydrogenerátoru, ale také na příkonu pohonného elektromotoru. Základní a současně nejpoužívanější typy hydrogenerátorů jsou hydrogenerátory zubové, lamelové a pístové.

## Měření spotřeby elektrické energie v závislosti na čistotě oleje

Většina teoretických statí se vlivem čistoty oleje a hydraulického systému na spotřebu elektrické energie nezabývá. Cílem měření bylo zjistit, jak výrazně ovlivňuje čistota oleje spotřebu elektrické energie a jaké technické a ekonomické přínosy lze očekávat. Pro objektivizaci výsledků byla naměřená data shromažďována v období jednoho roku. Zkoušky byly prováděny podle shodné metodiky na různých typech hydrostatických agregátů a na různých typech hydrogenerátorů. Pro snížení obsahu nečistot v oleji byla používána technologie elektrostatického čištění oleje (ELC). Olej byl čištěn mobilní jednotkou metodou „bypass“ se jmenovitým výkonem čerpadla 9 l.min<sup>-1</sup>. Před nasazením ELC bylo provedeno první měření průběhu elektrického proudu a byly odebrány vzorky oleje pro provedení celkové analýzy hydraulického oleje a celkového znečištění oleje. Znečištění oleje bylo vyhodnocováno gravimetrickou metodou (ČSN EN 12 662). Měření průběhu elektrického proudu bylo prováděno pomocí digitálního multimetru FLUKE 189. Hodnoty proudu byly snímány na hlavním vodiči elektrického motoru hydrogenerátoru. Na měřených strojích byly zaznamenány parametry nastavení hydrogenerátoru a chodu hydrauliky. Měření proudu proběhlo vždy při stejných výkonových parametrech hydrogenerátoru, tedy například u vstřikovacích lisů při vstřikování stejného výlisku. Jako doplňkový údaj se sledovala také provozní teplota oleje. Teplota se odečítala z řídicího systému stroje nebo byla měřena v měřicích bodech bezdotykovým laserovým teploměrem.

Po ukončení čištění byl znovu odebrán vzorek oleje pro kontrolu poklesu znečištění oleje. Současně proběhlo druhé měření průběhu elektrického proudu.



Obr. 3. Průběh proudu po 2. cyklu ELC

## Měření průběhu elektrického proudu na vstřikovacím lise

### 1. Znečištění oleje

Zkouška byla prováděna na stroji ENGEL ES 600 od 14. 2. 2007 do 21. 2. 2007 (1. cyklus čištění) a opakovaně od 30. 5. 2007 do 11. 6. 2007 (2. cyklus čištění). Stroj je vybaven pístovým radiálním hydrogenerátorem. Objem nádrže je 580 litrů, viskozita použitého oleje Renolin byla 46 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>, doba čištění 7 dnů. Měření spotřeby elektrické energie probíhalo při vstřikování výlisku držáku motoru topení s délkou cyklu 45 s. Výsled-

### Výsledky dalších měření spotřeby elektrického proudu

Datum měření	Typ hydrogenerátoru	Jmenovitá hodnota elektrického proudu [A]		Úspora [%]	Úspora elektrické energie za 24 hodin [kWh]	Průměrná úspora na stroj za 1 rok [Kč]
		Před ELC	Po ELC			
01. 11. 04	zubový	10	9,4	6	5,16	3 065
11. 11. 04	pístový	21	19,45	7,3	13,25	7 870
28. 11. 04	pístový	87,5	80,5	9,2	60,24	35 782
08. 11. 04	pístový	36	32	11	33,6	19 958
06. 12. 04	pístový	77,5	67,5	15,5	86,4	51 321
13. 01. 05	pístový	42	40	5	16,8	9 979
01. 02. 05	pístový	44	36	18	68,8	40 867
02. 02. 05	pístový	31	25	19	51,6	30 650

ky čištění oleje jsou uvedeny na obrázku 2. Po prvním cyklu čištění byl zaznamenán pokles znečištění o 43 %. Po druhém cyklu čištění došlo k mírnému nárůstu obsahu nečistot, které mohlo být zapříčiněno uvolňováním úsad ze systému stroje (obr. 1).

### 2. Průběh elektrického proudu

Přístroj Fluke měří spojitě, ale zaznamenává naměřené hodnoty v intervalu 1 sekundy. Vyhodnocuje maximální, střední a minimální hodnotu proudu. Na obrázku 2 jsou naměřené hodnoty před nasazením ELC a na obrázku 3 po nasazení ELC.

### 3. Vyhodnocení výsledků

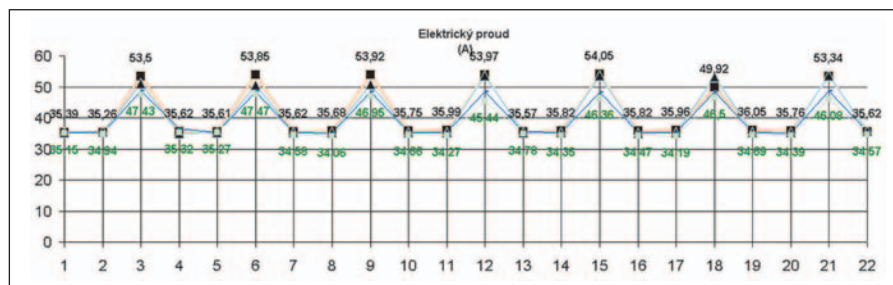
Průměrná hodnota elektrického proudu při prvním cyklu čištění poklesla o 0,58 A (tedy o 1,34 %) a po druhém cyklu čištění o 4,15 A (o 9,66 %). Celkový pokles průměrné hodnoty elektrického proudu činí 4,73 A, tj. cca 11 %. Pro ekonomické výpočty dosažených úspor je nutné používat hodnot proudu, které probíhají v co nejdélším časovém intervalu. Zpracování výsledků je zobrazeno na obrázku 4. Celková úspora elektrického výkonu činí v nepřetřžitém provozu cca 11 990 kWh/stroj/rok. Úspora nákladů za

elektrickou energii v cenách 2007 činí cca 15 700 Kč/stroj/rok.

### Závěrečné zhodnocení

V článku nebyla z důvodu rozsahu zahrnuta veškerá prováděná měření. Dosažené výsledky u dalších vstříkovačích lisů jsou shrnuty v tabulce. Úspora proudu se nejvíce

je na pokles spotřeby elektrického proudu – obdobné výsledky byly naměřeny u strojů provozovaných s pravidelnou výměnou oleje i bez ní. Naopak velmi zajímavý byl vliv celkového zatěžování hydrogenerátoru a oleje. U hydrogenerátorů zatěžovaných na horní hranici jmenovitého výkonu (např. dlouhá doba dotlaku u vstříkování plastů, doba vy-



Obr. 4. Výsledky měření průběhu elektrického proudu v jednotlivých cyklech stroje před ELC a po 1. a 2. cyklu ELC

projevila u modernějších typů pístových hydrogenerátorů. Výsledky měření byly velmi výrazně ovlivňovány celkovými provozními hodinami strojů. Významný pokles proudu (nad 10 %) byl zaznamenán u strojů, které měly za sebou více než 8 000 provozních hodin. Současné se však nepotvrdil vliv výměny ole-

tvzování pryže apod.) byla výrazná úspora proudu (až 18 %) překvapivě měřitelná již po 2 000 provozních hodinách stroje. Pokud se měření spotřeby provádělo na strojích, kde bylo již dříve aplikováno elektrostatické čištění oleje, byla naměřená úspora proudu výrazně nižší nebo nebyla použitými přístroji měřitelná.

### Závěr

Poznatky z provedených měření lze shrnout do následujících bodů:

- výsledky experimentu ukazují na výrazný vliv čistoty oleje a systému stroje na spotřebu elektrické energie;
- nárůst koeficientu tření v hydrogenerátoru výrazně ovlivňuje jeho účinnost;
- vliv znečištění oleje je nejvíce patrný u pístových hydrogenerátorů;
- metoda ELC odstraňuje nečistoty a úsady, které přímo ovlivňují spotřebu elektrické energie hydrogenerátoru;
- maximální naměřená úspora elektrické energie činila 19 %;
- maximální úspora nákladů na elektrickou energii byla vyčíslena částkou 51 321 Kč za rok.

ING. MILAN SOUKUP

Obr. 5. Zařízení pro elektrostatické čištění oleje

