

Vplyv otáčkovej regulácie a prevíjania elektrických motorov na prevádzkové náklady

Skutočnosť, že použitím regulovaného pohonu s meničom frekvencie pri čerpadlách a ventilátoroch možno dospieť k výraznému zníženiu prevádzkových nákladov, je dnes už všeobecne známa a akceptovaná. V každom prípade koncového zákazníka vždy zaujíma miera úspor a návratnosť prípadnej investície. To sa dá často dopredu zistiť len teoreticky pomocou známych pravidiel platných pre čerpadlá a ventilátory. A teda, že zmena prietoku je priamo úmerná zmene otáčok, zmena tlaku na výtlaku je priamo úmerná druhej mocnине zmeny otáčok a zmena výkonu je priamo úmerná tretej mocnине zmeny otáčok. Zjednodušene povedané, znížením otáčok čerpadla o 10 % dosiahneme zníženie prietoku o 10 %, tlaku o 19 % a celkového výkonu o 27 %. Pred časom sme však mali možnosť vykonať u zákazníka meranie konkrétnych čerpadiel tak, aby bolo možné priamo vyčíslieť prípadné úspory vyplývajúce z použitia regulovaného pohonu namiesto jestvujúcej regulácie – škrtením na výtlaku čerpadla.

Prvým je tzv. upchávkové čerpadlo. Toto čerpadlo je prevádzkované na menovité otáčky a výtlak čerpadla je škrtý tak, aby bol dosiahnutý požadovaný prevádzkový tlak – teda regulácia na konštantný tlak, ktorá je v praxi asi najpoužívanejšia. Menovitý výkon motora čerpadla je 37 kW. Optimálny prevádzkový tlak je udržiavaný na 1,6 MPa. Meraním počas štandardnej prevádzky sa zistil odoberaný výkon motora 24 kW. Následne bola armatúra na výtlaku naplnená otvorená a čerpadlu sme postupne zvyšovali otáčky od 0 až po 50 Hz v kroku po 5 Hz. Namerali sme nasledujúce údaje:

Frekvencia [Hz]	Prúd [A]	Výkon [kW]	Tlak [MPa]	Poznámka
5	11	0,1	0,2	
10	9	0,3	0,25	
15	11,7	0,8	0,3	
20	15,4	1,8	0,65	
25	19,6	3,5	0,85	
30	25,5	6,4	1,1	
35	28,4	8,6	1,4	optimum 1,5 – 1,7 Mpa
40	33,4	12,7	1,7	optimum 1,5 – 1,7 Mpa
45	39,8	18,1	2,1	
50	47	24,5	2,5	

Tab. 1 Namerané hodnoty prevádzky s regulovaným pohonom

Modrou farbou je zvýraznená oblasť optimálnej, resp. požadovanej prevádzky čerpadla. Ako vidno, čerpadlo možno pomocou regulovaného pohonu prevádzkovať s odberom približne medzi 8,6 až 12,7 kW, čo znamená viac ako 50 % úsporu elektrickej energie. Návratnosť prípadnej investície závisí od jej požadovaného rozsahu (snímače, nový motor...) a ceny energie, v tomto prípade bola zákazníkovi vyčíslená na necelý polrok.

Druhou meranou aplikáciou je vertikálne čerpadlo chemicky upravenej vody. Požadovaným parametrom je prietok čerpadla – čerpadlo čerpá vodu z technológie cez pieskový filter. Obsluha manuálne škrtí výstup čerpadla tak, aby sa dosiahol potrebný prietok. Čerpadlo s výkonom 22 kW je v prevádzke približne 8 500 hodín ročne a prečerpá 290 000 m³ vody, teda priemerný prietok je okolo 34 t/h. V štandardnej prevádzke bol nameraný príkon čerpadla 16 kW. Znova bola otvorená armatúra na výtlaku a čerpadlu sme postupne zvyšovali otáčky od nuly až po 50 Hz v kroku po 5 Hz. Namerané výsledky sú v tab. 2.

Modrou farbou je zvýraznená oblasť priemerného odberu. Ako vidno z výsledkov meraní, úspora počas priemernej prevádzky predstavuje takmer 60 %. Návratnosť bola v tomto prípade vyčíslená zákazníkovi na približne tri roky.

Ako vidno z výsledkov meraní, použitie regulovaných pohonov má v oboch prípadoch výrazný vplyv na znížovanie prevádzkových nákladov. Tu treba ešte pripočítať zníženie opotrebovania čerpadiel a možnú automatizáciu prevádzky (regulácia na konštantný tlak s použitím PID regulátora v meniči frekvencie...) a tým skvalitnenie technologického procesu.

Frekvencia [Hz]	Prúd [A]	Výkon [kW]	Prietok [t/h]	Tlak [MPa]	Poznámka
5					nulový prietok
10					nulový prietok
15					nulový prietok
20					nulový prietok
25	17,2	2,3	-	-	nulový prietok
30	19,6	4,3	22	0,18	
35	22,2	6,6	35	0,26	
40	26,9	10,1	46	0,32	
45	32,8	14,6	56	0,38	
50	39,7	20,5	66	0,42	

Tab. 2 Namerané hodnoty čerpadla s regulovaným pohonom

Jedným z najneprijemnejších prevádzkových nákladov motorov sú náklady na opravu, hlavne keď porucha vznikne nečakane a znamená výpadky vo výrobe. Jednou z možných porúch je aj porucha statorového vinutia. Vtedy zákazník rieši otázku, či nechá motor previnúť alebo kúpi nový. V mnohých prípadoch sa rozhodne pre zdanlivo lacnejšie riešenie – previnutie motora. Toto riešenie je síce lacnejšie, ale len z krátkodobého hľadiska. Treba si totiž uvedomiť niekoľko základných faktov. Z hľadiska výkonu (bilancie strát) dochádza k zníženiu výkonu v dôsledku tzv. vypalovania magnetického obvodu, a tým zvyšovaniu strát v železe (každým vypálením sa zhoršuje kvalita izolácie medzi plechmi magnetického obvodu, zvlášť pri novších motoroch, kde sa používajú organické izolačné látky). To je sprevádzané lokálnymi ložiskami zväčšených vírivých prúdov v statore a tým miestami so zvýšenou teplotou. Elektrické vlastnosti a straty v medi sa nezmenia len v prípade, ak sa použije identický prierez vodiča a za predpokladu rovnakého zapojenia vinutí. Čo sa týka izolácie, dochádza k jednoznačnému zlepšeniu stavu a zvýšeniu izolačnej pevnosti použitím nových izolačných materiálov. Z hľadiska spoľahlivosti dochádza použitím nových impregnačných lakov a impregnačnej technológie (VPI) k možnosti vyššieho zaťaženia vďaka lepšiemu odvodu tepla a lepším mechanickým vlastnostiam vinutí.

Všeobecne sa previnutím statorového vinutia účinnosť motora môže pri menších motoroch zhoršiť rádovo až o 5 %. Tento údaj vyplynul z konzultácie v certifikovanej dielni ABB v Ostrave. Tento fakt treba mať na pamäti pri rozhodovaní sa o oprave motora. Treba si uvedomiť, že v prípade VN motorov je cena za previnutie približne 50 – 60 % ceny nového motora, pri NN motoroch je to zhruba 40 – 50 % ceny. Prevádzkou sa potom náklady na nový motor veľmi rýchlo vrátia vo forme lepšej účinnosti nového motora. Názorne to vidno na modelovom príklade na obr. 1. Ide o porovnanie nákladov na prevádzku 710 kW VN motora, kde na začiatku je previnutie motora, resp. nový motor. Vstupnými nákladmi sú potom cena za previnutie, resp. cena za nový motor. Ako vidno, už po približne

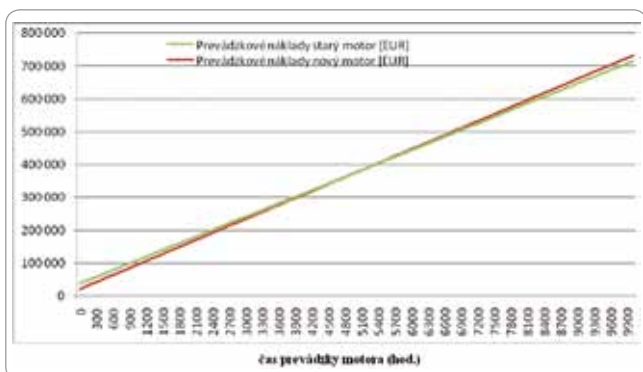
5 000 hodinách prevádzky sa náklady na nový motor vrátia a po 8 500 hodinách (ročná prevádzka) predstavujú úspory na energii zhruba 10 000 € pri modelovej cene 0,1 €/kWh.

Článok bol prvýkrát publikovaný v časopise ABB Spektrum č. 3/2011.



ABB, s. r. o.

Ing. Tibor Baculák
Sládkovičova 54
974 05 Banská Bystrica
Tel.: 048/437 75 19
Fax: 048/410 23 25
e-mail: tibor.baculak@sk.abb.com



Obr. 1 Porovnanie prevádzkových nákladov prevíjaného a nového VN motora 710 kW