

Prof. Ing. Václav ČERNÝ, CSc.

Čerpadla a ventilátory bez regulace pracují neekonomicky

Pumps and Fans without Control Work Uneconomically

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

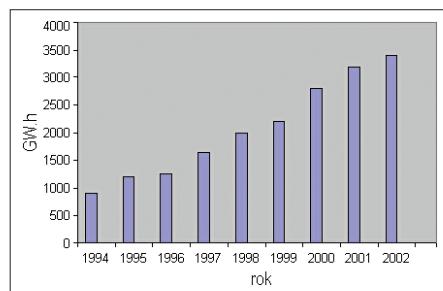
Při provozu čerpadel a ventilátorů lze dosáhnout úspor energie řízením otáček motorů, nejvýhodnější je řízení otáček frekvenčními měniči.

Klíčová slova: regulace otáček, čerpadla, ventilátory, úspory energie

It is possible to realize energy savings for pump and fan operations by the use of motor speed control. The most efficient motor speed control is achieved through frequency control

Key words: speed control, pumps, fans, energy savings

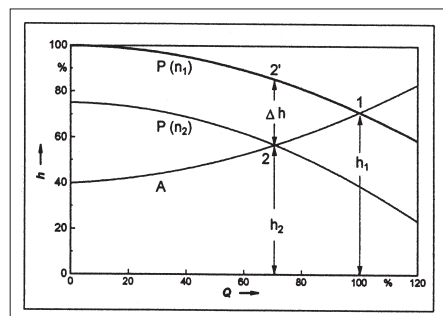
Firma Danfoss vypracovala odhad, kolik energie by se mohlo od roku 1994 do roku 2002 jenom v Německu ušetřit tím, že by všechna čerpadla a ventilátory byly vybaveny elektronicky řízenými měniči otáček motorů. Pouze v průmyslu by to bylo 18,7 miliard kW.h za jeden rok. Současně by klesly emise CO₂ ročně o 11 milionů tun. Na obr. 1 jsou graficky znázorněny možné roční úspory elektrické energie za toto období.



Obr. 1 Odhad úspor elektrické energie

1. ŘÍZENÍ PRŮTOKU ČERPANÉ KAPALINY ŠKRTICÍM VENTILEM A ZMĚNOU OTÁČEK

Na obr. 2 jsou zobrazeny průběhy výstupního tlaku čerpadla P při otáčkách n_1 a n_2 v závislosti na požadovaném průtoku kapaliny Q a dopravní výšce h . A je zařízením požadovaný tlak. Například při otáčkách n_1 je pracovní bod „1“ při dopravní výšce h_1 a dodávaném průtoku kapaliny 100 %.

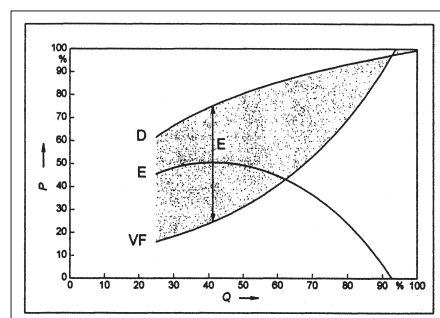


Obr. 2 Průběhy výstupního tlaku čerpadla P při otáčkách n_1 a n_2 v závislosti na požadovaném množství dodané kapaliny Q a zařízením požadovaném tlaku A (dopravní výšce h)
Rozdíl tlaku Δh představuje zmařeně množství elektrické energie.

Má-li se dodávat jen 70 % průtoku kapaliny, změní se nastavení škrticího ventilu a pracovní bod přejde do polohy „2“ při vyžadované dopravní výšce h_2 . Rozdíl tlaku Δh je úměrný zmařenému množství elektrické energie, tedy vzniklé ztrátě při řízení průtoku kapaliny škrticím ventilem.

Při otáčkách n_2 se odstraní rozdíl tlaku Δh a odstraní se ztráty.

Na obr. 3 jsou relativní potřebný výkon P a energetické úspory E při regulaci škrticím ventilem D a regulaci motoru řízeným měničem VF .



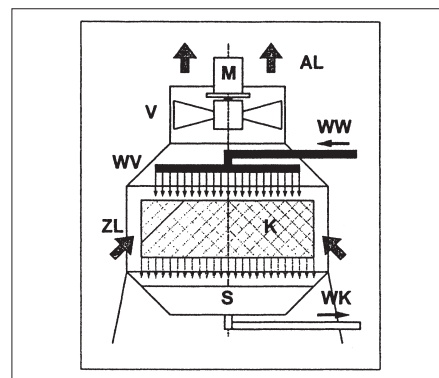
Obr. 3 Relativní potřebný výkon P při regulaci škrticím ventilem D a energetické úspory E regulací motoru frekvenčním měničem VF

2. PŘÍKLAD CHLADICÍ VĚŽE S VENTILÁTOREM

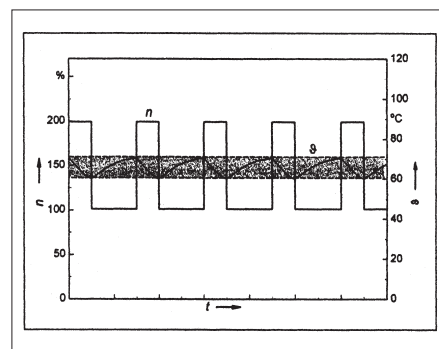
Chladicí věže umožňují návrat ochlazené kondenzační vody zpět do chladicího systému. Schéma činnosti chladicí věže s vodním chlazením je naznačeno na obr. 4. Chladicí věže s vodním chlazením jsou zhruba o 20 % účinnější nežli věže se vzduchovým chlazením.

2. 1. Regulace otáček dvojrychlostním motorem

V závislosti na teplotě kondenzační vody je vhodné upravit otáčky hnacího elektromotoru. Obvykle se zde používá motor s přepínatelným počtem pólů v poměru 1 : 2. Na obr. 5 jsou naznačeny skokové změny otáček n a průběh teploty ϕ v závislosti na čase t . Teplota kolísá v poměrně úzkém intervalu (zde 60 až 70 °C).



Obr. 4 Schéma činnosti chladicí věže
M – motor, V – ventilátor, AL – odváděný vzduch WW – teplá kondenzační voda, WV – rozvod vody do sprchového systému, ZL – přívod vzduchu, K – chladič, S – sběrná jámka, WK – odvod ochlazené vody



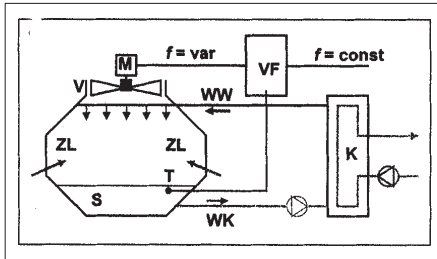
Obr. 5 Regulace otáček ventilátoru motorem s přepínatelným počtem pólů v poměru 1 : 2
 n – otáčky, t – čas, θ – teplota

2. 2. Regulace otáček frekvenčním měničem

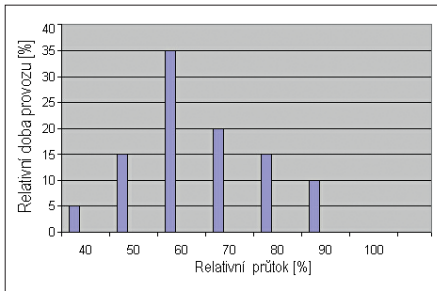
Regulace otáček frekvenčním měničem umožňuje plynule měnit otáčky motoru podle teploty kondenzační vody. Princip je naznačen na obr. 6.

Vzhledem k tomu, že chladicí efekt při nízkých otáčkách ventilátoru je velice malý, volí se obvykle minimální otáčky vyšší než 40 až 50 % otáček jmenovitých.

Na obr. 7 je typický časový průběh relativního zatížení chladicí věže.



Obr. 6 Princip regulace otáček frekvenčním měničem
VF – frekvenční měnič, f (var) – proměnlivá frekvence, f (const) – konstantní frekvence, T – snímač teploty, K – kondenzátor, M – motor, V – ventilátor, WW – teplá kondenzační voda, ZL – přívod vzduchu, WK odvod ochlazené vody, S – sběrná jímka



Obr. 7 Typický časový průběh relativního zatížení chladicí věže

Na svislé ose je relativní doba provozu, na vodorovné ose je měřený průtok.

3. Výpočet energetických úspor

Uvažujme motor o výkonu 30 kW, který je zatěžován podle typického časového průběhu relativního zatížení naznačeného na grafu v obr. 7. Výpočtem byly porovnány dva typy pohonu:

- motor s přepínatelným počtem pólů v poměru 1 : 1,5 (tj. šest pólů a čtyři póly),
- motor s regulací frekvenčním měničem.

Výsledky srovnání jsou v tab. 1.

Motory ventilátoru byly během roku v provozu celkem 8 760 h. Motory s přepínatelným počtem pólů spotřebovaly celkem 179 930 kW.h, motory s frekvenčními měniči 96 342 kW.h. To znamená, že roční úspory energie byly 46,45 %, tedy téměř 50 %.

Kromě toho zdánlivě jednoduché řešení pohonu s přepínatelným počtem pólů je ve skutečnosti dražší. Vyžaduje totiž pravidelnou údržbu, stykačové přepínače, tlumivku a příslušný řídicí systém, který omezuje příliš časté přepínání počtu pólů. Tlumivka způsobuje také přidavné ztráty.

Tab. 1 Srovnání dodávaného výkonu a spotřebované energie motoru s přepínatelným počtem pólů (PP) a motoru s regulací frekvenčním měničem (FM)

Průtok	Relativní doba chodu	Doba chodu	Dodávaný výkon		Spotřebovaná energie	
			PP	FM	PP	FM
%	%	h	kW	kW	kW.h	kW.h
40	5	438	12,8	2,67	5 606	1 169
50	15	1 314	12,8	4,83	16 819	6 347
60	35	3 066	12,8	7,85	39 245	24 068
70	20	1 752	30	11,93	52 560	20 901
80	15	1 314	30	17,27	39 420	22 693
90	10	876	30	24,16	26 280	21 164
100	0	0	0	0	0	0
Celkem	100	8 760			179 930	96 342

Cena frekvenčních měničů je sice poněkud vyšší, ale postupně klesá, tak jak se zlevňují polovodičové součástky. Úspory elektrické energie tuto nevýhodu ale velmi rychle kompenzují.

Použité zdroje:

- [1] GREINER, H.: Ungeregelt Pumpen und Lüfter zu teurer. *Elektrotechnik (Schweitz)*, 1/2005.
- [2] GREINER, H.: Energie sparen mit Getriebemotoren. *Sonderdruck SD 3401* der Fa. Danfoss Bauer GmbH, D-73726 Esslingen.