A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

OPTIMIZAREA CONSUMULUI ENERGETIC PRIN UTILIZAREA MAŞINILOR HIDRAULICE CU TURAŢIE VARIABILĂ

Alexandru-Florin CHIOJDOIU

ENERGY CONSUMPTION OPTIMIZATION USING VARIABLE SPEED HYDRAULIC MACHINES

This paper falls into the issue of quality energy that is enjoyed with energy efficiency. Turbo pumps have a high potential for energy savings and the most efficient way to harness this potential is the use of variable speed drives instead of adjusting turbo pumps pumping installations by other methods. Because, in the pumping stations, electricity consumption is considerable, there is need for monitoring systems and control of functional parameters - energy involved in the operation of pumping aggregates within them. Within these global issues concerning energy issues some subsystems of the industry, respectively pump systems are of great importance.

Keywords: hydraulic machines, variable speed, turbopompă, energy
Cuvinte cheie: maşini hidraulice, turaţie variabilă, turbopompă, energie

1. Introducere

Prezenta lucrare se încadrează în problematica calităţii consumului de energie care este apreciată cu ajutorul eficienţei energetice, definită prin creşterea efectului util obţinut prin consumul unei forme de energie, pentru asigurarea unui serviciu la un consumator final.

Unul dintre obiectivele strategiei Uniunii Europene în privința combaterii schimbărilor climatice este acela de reduce consumul de energie primară cu 20 %, care să se realizeze prin îmbunătățirea eficienței energetice.

Economia de energie obţinută prin eficienţa energetică este resursa cea mai ieftină de energie şi cea mai avantajoasă pentru mediu înconjurător, comparativ cu resursele de energie regenerabilă sau de combustibili fosili.

În cadrul acestei probleme globale aspectele energetice care privesc unele subsisteme ale industriei, respectiv instalaţiile de pompare sunt de o importanţă majoră.

Pornind de la marile posibilităţi ale acţionărilor cu turaţie variabilă, funcţionarea unei instalaţii de pompare, din cadrul unui sistem de alimentare cu apă, echipată cu maşini hidraulice (turbopompe) acţionate la turaţie variabilă conduce la reducerea consumurilor energetice. În acelaşi timp, introducerea acţionărilor cu turaţie variabilă trebuie să fie precedată de studii de oportunitate pentru a se evita realizarea unor investiţii nejustificate sau menţinerea unui sistem de exploatare a acestor subsisteme costisitor (randament energetic redus).

2. Importanţa maşinilor hidraulice acţionate la turaţie variabilă şi al monitorizării parametrilor funcţional - energetici ai staţiilor de pompare în vederea creşterii eficienţei energetice

Maşina hidraulică este o maşină de forţă care transformă energia fluidului ce o traversează. În principiu, o asemenea maşină transformă energia hidraulică în energie mecanică şi invers, sau forme ale energiei hidraulice tot în energie hidraulică,

Conform Departamentului Energiei S.U.A., acţionările electrice ale instalaţiilor de pompare din această ţară, consumă circa 25 % din energia electrica produsă [U.S. Department of Energy, 1998]. Situaţia este asemănătoare şi în Uniunea Europeană (UE) [Almeida A.T. şi colab., 2003], unde 22 % din consumul de energie electrică revine turbopompelor.

Turbopompele au un potenţial ridicat de economisire a energiei, iar cea mai eficientă metodă de a valorifica acest potențial o reprezintă utilizarea acţionărilor cu turaţie variabilă a turbopompelor în loc de reglarea instalaţiilor de pompare prin alte metode. Pentru o singură instalaţie de pompare, potenţialul de economisire a energiei

poate fi între de 5 - 50 %, în cazul în care agregatele de pompare sunt echipate cu convertoare statice de frecvenţă. Convertoarele statice de frecvenţă (CSF) permit transformarea energiei de la reţeaua trifazată de tensiune şi frecvenţă fixă într-o energie de curent alternativ cu tensiune şi frecvenţă variabilă.

Deoarece în cadrul staţiilor de pompare, energia electrică consumată este considerabilă, apare necesitatea realizării unor sisteme de monitorizare şi control al parametrilor funcţional – energetici implicaţi în funcţionarea agregatelor de pompare din cadrul acestora.

3. Caracteristicile şi regimul de funcţionare al turbopompelor şi reţelei de transport a apei

Funcţionarea turbopompelor este apreciată prin folosirea unor mărimi a căror valoare caracterizează: cantitatea de lichid vehiculată în unitatea de timp – debitul, energia specifică hidraulică efectiv prelucrată de turbopompă – sarcina, puterea la arborele turbopompei, randamentul transformării energetice realizate η și turaţia n.

Starea de funcţionare a ansamblului instalaţie de pompare - reţea, în regim normal şi stabilizat, este apreciată prin valorile debitul transportat Q şi energiei specifice hidraulice a curentului H^0, într-o secţiune comună (O) pentru cele două componente.

În literatura de specialitate, eficienţa energo-economică a pompării se caracterizează prin utilizarea următorilor indicatori: consumul specific de energie, consumul specific unitar de energie și randamentul global al instalaţiei de pompare.

În studiul eficienţei energetice al acţionărilor cu turaţie variabilă a turbopompelor, la funcţionarea turbopompelor acţionate la turaţie variabilă trebuie avut în vedere modificarea randamentelor a trei componente:

- randamentul turbopompei;
- randamentul convertorului de frecvenţă;
- randamentul motorului asincron acţionat cu convertor.

4. Analiza funcţionării instalaţiilor de pompare din cadrul sistemelor de alimentare cu apă, echipate cu turbopompe acţionate la turaţie variabilă

Pentru a asigura o analiză obiectivă a funcţionării instalaţiilor de pompare, echipate cu turbopompe acţionate la turaţie variabilă, din cadrul sistemelor de alimentare cu apă este necesară o cercetare temeinică, bazată pe următorul demers:

▪ analiza stării fizice actuale a utilajului hidromecanic de bază;

▪ determinarea, pe baza de măsurători in situ, a caracteristicilor funcțional - energetice efective ale agregatelor de pompare din instalaţii la turaţia nominală;

▪ determinarea, pe baza de măsurători in situ, a randamentelor agregatelor de pompare şi ale grupurilor convertor static de frecvenţă - motor - turbopompă la diferite turaţii;

▪ evaluarea caracteristicilor pierderilor de sarcină pentru toate componentele sistemului de transport sub presiune al apei;

▪ stabilirea domeniului de variaţie a sarcinilor în care evoluează fiecare instalaţie;

▪ analiza regimurilor de funcţionare ale ansamblului rezervoare instalaţie de pompare - reţea/refulare, în diferite ipoteze de exploatare, cu determinarea caracteristicilor energo economice asociate regimurilor tipice de exploatare;

▪ determinarea randamentelor globale ale instalaţiilor de pompare pentru fiecare regim de funcţionare în parte, prin luarea în considerare a tuturor randamentelor implicate în analiză.

Capacitatea de funcţionare a unei turbopompe poate fi caracterizată prin prelucrarea datelor din măsurători efectuate in situ (în condiţii de exploatare), pe domeniul normal de utilizare al acestora, la turaţia nominală.

5. Monitorizarea şi controlul staţiilor de pompare din cadrul sistemelor de alimentare cu apă

Reabilitarea şi modernizarea sistemelor de alimentare cu apă, prin care să se asigure o capacitate de servire corespunzătoare cerinţelor actuale şi de perspectivă ale consumatorilor de apă, precum şi performanţe energo – economice ale serviciului prestat, la nivelul celor mai bune tehnologii disponibile, se poate realiza prin intermediul informatizării acestora.

Principalele avantaje ale informatizării sunt legate direct de: creşterea randamentelor hidraulice şi energetice, ameliorarea fiabilităţii şi siguranţei în funcţionarea agregatelor şi echipamentelor, reducerea forţei de muncă.

Sistemul de monitorizare şi control pentru staţiile de pompare reprezintă o structură de conducere ierarhizată pe patru nivele, aplicată instalaţiei tehnologice propriu-zise:

● nivelul de câmp: instalaţia tehnologică cu dispozitive de automatizare;

● nivelul de conducere automată locală, realizat cu automate programabile;

● nivelul dispecer local: calculator PC de capacitate medie, interconectat cu automatele programabile, cu rol de interfaţă grafică locală pentru proces;

● nivelul dispecer central: calculator PC de capacitate ridicată, interconectat cu dispeceratele locale şi cu alte sisteme tehnice, ce asigură posibilitatea supervizării, coordonării globale, stocării şi procesării centralizate a datelor, precum şi monitorizării off-line a sistemului de pompare în ansamblu.

6. Concluzii

■ Permanent se caută măsuri de creştere a eficienţei energetice, prin reducerea consumului de energie la staţiile de pompare, care au o pondere importantă în consumurile industriale (circa 25 %).

■ Depinzând de randamentul global al ansamblului convertor static de frecvenţă - motor asincron - turbopompă, economia de energie este condiţionată de randamentele, în diferite regimuri de lucru, ale fiecăreia dintre componentele sale.

■ Evidenţierea avantajului energetic al acţionării turbopompelor la turaţie variabilă prin modificarea frecvenţei rezultată prin introducerea unui coeficient de eficienţă energetică, coeficient ce ţine seama de consumul specific de energie.

■ Avantajul energetic al acţionării la turaţie variabilă este mult mai mare la debite mai mici, acest lucru rezultând din faptul că valoarea coeficientului de eficienţă energetică creşte foarte mult la scăderea debitului pompat.

■ Referitor la monitorizarea şi controlul instalaţiilor de pompare, asigurarea eficienţei în exploatare presupune monitorizarea şi controlul automat al instalaţiilor de pompare adaptate la variabilitatea cerinţelor consumatorilor.

■ Controlul permanent al parametrilor electrici, energetici şi tehnologici ce caracterizează agregatele de pompare permite elaborarea unor strategii de optimizare a regimului de exploatare astfel încât sistemul de alimentare cu apă să fie sigur, durabil şi eficient.

BIBLIOGRAFIE

[1] Georgescu, A.M., Georgescu, S.C., *Hidraulica reţelelor de conducte şi maşini hidraulice,* Editura Printech, 2007.
[2] Toma, D, *Documentare asupra pompării. Eficienţa acesteia cu maşini hidraulice cu turaţie variabilă,* Referat de doctorat 1, Iasi, 2008.
[3] Safta, C., Isbăşoiu, E.C., *Determinarea turaţiei pentru obţinerea debitului necesar la o staţie de pompare la care un motor este acţionat cu turaţie varibilă,* Sisteme hidraulice sub presiune, UTC Bucureşti, 17-19 iunie1999.
[4] Burchiu, V., Santău, I., Alexandrescu, O.*,Instalaţii de pompare,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982.
[5] Cătană, I.*, Controlul frecvenţei în reglarea automată a staţiilor de pompare,* Conferinţa Hidrotehnicienilor, U.P.B., Bucureşti 2006.
[6] Popescu, Şt., *Optimizarea parametrilor funcţionali ai utilajelor hidromecanice (maşini hidraulice din staţiile de pompare pentru hidroamelioraţii),*Teză de doctorat, Institutul Politehnic Iaşi, Facultatea de Mecanică, 1983.

Ing. Alexandru-Florin CHIOJDOIU
membru AGIR
Inspectoratul pentru Situaţii de Urgenţă “Dealu Spirii”
al Municipiului Bucureşti
e-mail: alex.floryn@yahoo.com