

INFLUENȚA ABATERII FRECVENȚEI ASUPRA PRODUCTIVITĂȚII POMPELOR ȘI A ALTOR CONSUMATORI DE ENERGIE

Autor: Oclanschi Ghenadie

Conducător: conf.dr.ing. Macovei Ilie

Abstract: Evident calitatea energiei electrice trebuie privită în contextul relației dintre furnizorul și consumatorul de energie electrică sub influența perturbațiilor. Aceste perturbații se pot datora furnizorului, consumatorului, dar pot proveni și din cauze exterioare, iar existența lor presupune analiza, urmărirea și luarea de măsuri în vederea asigurării calității energiei electrice.

Frecvența constantă a tensiunii de alimentare constituie un deziderat major, atât pentru buna funcționare a receptoarelor, menținerea preciziei aparatelor de măsură, cât și pentru mașinile de lucru antrenate prin motoare de curent alternativ

Menținerea constantă a frecvenței industriale (50 Hz) este o problemă la nivel de sistem energetic, fiind legată de puterea în rezervă din centralele electrice ale sistemului și de operativitatea dispeceratului. În anumite situații, când posibilitățile de producere a energiei electrice în centrale sunt limitate, se decide întreruperea alimentării unor consumatori (sacrificarea distribuitorilor), în scopul menținerii frecvenței în sistem.

Cuvinte cheie: Frecvența constantă, calitatea energiei electrice, perturbații, puterea în rezervă, posibilitățile de producere a energiei, menținerii frecvenței în sistem.

❖ Elemente de teorie a consumatorilor de energie.

Conform normativelor în vigoare abaterile maxim admise ale frecvenței sunt de $\pm 0,5$ Hz (1%).

Cum se cunoaște viteza de rotație a mașinii sincrone este proporțională frecvenței. Luând prima aproximație viteza de rotație a mașinii asincrone de asemenea este proporțională frecvenței, se primește că puterea dezvoltată de motoare este direct proporțională frecvenței (figura 1):

$$P = \kappa \omega. \quad (1)$$

Cu micșorarea frecvenței în sistemă, randamentul acestor mecanisme scade proporțional frecvenței.

Ventilatoarele, pompele centrifuge și mecanismele similare lor se caracterizează cu dependența mai mare a puterii utilizate funcție de viteza de rotație.

Debitul dezvoltat de aceste ventilatoare exprimat prin viteza unghiulară (frecvența) ω se poate exprimat în felul urmator:

$$H_{dez} = \eta \frac{D^2}{4g} \omega^2. \quad (2)$$

unde:

D – diametrul exterior a roții ventilatorului;

η – randamentul;

g – constanta căderii libere.

Dependența productivității ventilatorului centrifug funcție de frecvență se poate exprima:

$$Q = \sqrt{\frac{\eta \cdot \frac{D^2}{4g} \omega^2 - \left[\frac{p^2 - p^1}{\gamma} + (z_2 - z_1) \right]}{R}}. \quad (3)$$

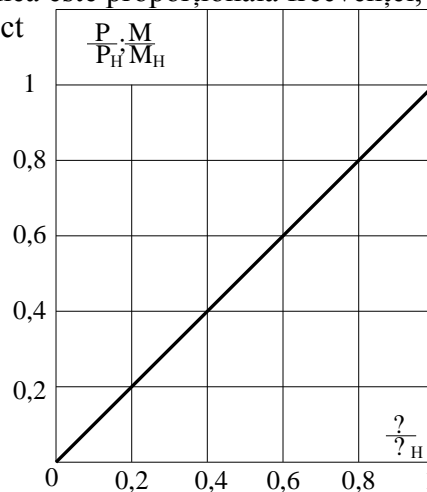


Fig. 1 Caracteristicile statice de frecventa a strungurilor pentru taiarea metalului si compresoarelor

Dacă excludem valorile neînsemnate în prima aproximație avem:

$$Q = \kappa_1 \omega. \quad (4)$$

Momentul echivalent de rezistență – patratul frecvenței:

$$M = \kappa_1 \omega^2. \quad (5)$$

Puterea utilizată de ventilator proporțională cubului frecvenței:

$$N = \kappa_1 \omega^3. \quad (6)$$

Grafic caracteristicile sunt prezentate în figura 2.

Pentru pompele centrifuge obișnuite la care apa vine radial în roata de lucru ecuația debitului dezvoltat se poate exprima ca:

$$H_{dez} = \frac{m \eta_g k D_2^2 n_n^2}{6000^2 g} \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2} \cdot \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cdot \omega_2. \quad (7)$$

unde: m – numărul de pași a pompei;

k – coeficient de circulație;

η_g – randamentul hidraulic;

$D_{1,2}$ – diametrele;

n_n – viteza niminala de rotație;

$\beta_{1,2}$ – unghiurile constructive a roții de lucru.

În acelea cazuri când presiunea statică a debitului este mare comparație cu cea dinamică ea se poate de neglijat.

La pompele au loc aceleași caracteristici ca și la ventilatoarele centrifuge prezentate mai sus.

Fiabilitatea în funcționare a CT, CET, CTE ș.a.

în primul rînd depinde de funcționarea ventilatoarelor, pompelor de alimentare și de rețea, ultimile la rîndul lor fiind printre cele mai importante mecanisme a serviciilor proprii. Cum arata experiența productivitatea lor în mare măsură depinde de frecvența în SE, aceasta se referă mai ales la pompele de alimentare. Pompele alimentare și de circulație funcționeaza pe rețea cu rezistența presiunii statice mare. De aceea la determinarea productivității acestor mecanisme nu se poate de exclus presiunea statică a debitului.

❖ Influența pierderilor în SE de frecvență.

Dependența pierderilor în rețea funcție de frecvență determină prin legea schimbării sumare a puterilor active și reactive încărcarea sisetmei după frecvență. Experimentele petricute au arătat că pentru unele sisteme la care puterea reactivă se schimbă invers proporțional frecvenței, dar puterea activă proporțional patratului frecvenței, la $\cos \varphi$ a puterii sumare (0,8 – 0,85), pierderile în rețea se poate de considerat că se schimbă proporțional patratului frecvenței.

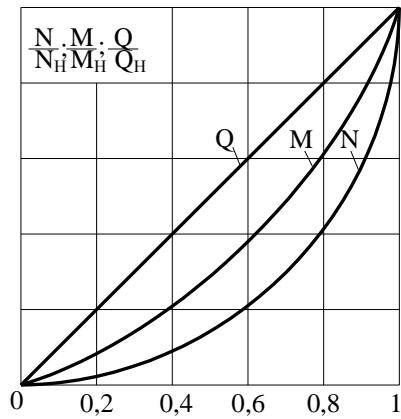


Fig. 2 Caracteristicile statice de frecvența a ventilatoarelor si pompelor centrifuge ce funcționeaza fara rezistența la iesire.

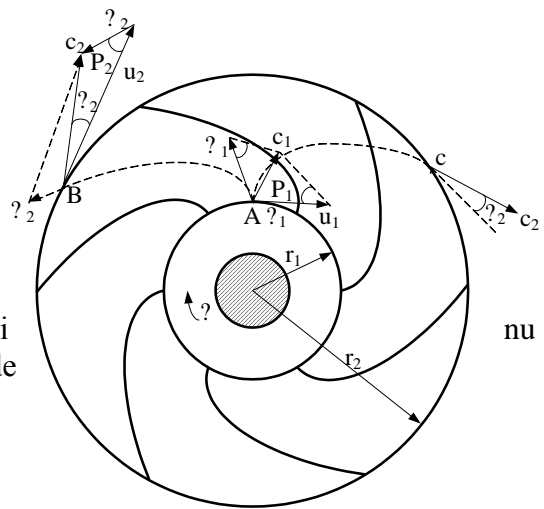


Fig. 3 Paralelogramele de intrare si iesire a vitezelor pompei centrifuge

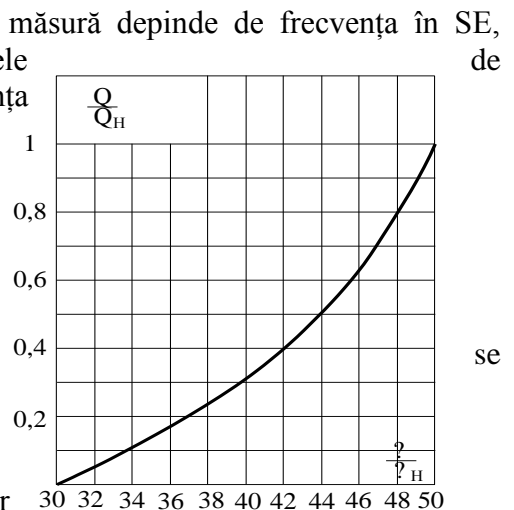


Fig. 4 Caracteristicile Dependentei productivitatii pompei de circulație functie de frecvența, scoase experemental

$$W = W_n \frac{\omega^2}{\omega_n^2} \quad (8)$$

❖ Elemente de teorie a producătorilor de energie.

La analiza legii a micșorării frecvenței în SE în dependență de puterea disponibilă e necesar de cunoscut caracteristicile de frecvență nu doar a consumatorilor de energie electrică, dar și a turboagregatelor. Ultimile cel mai ușor de analizat exemplul de turbina pe aburi activă cu o singura etapă.

La rîndul său momentul de rotație pe arborele turbinei se poate de exprimat:

$$M = \frac{Gd}{2g} (c_1 \cos \alpha_1 + c_2 \cos \alpha_2) \quad (9)$$

unde: d – diametrul mediu a rotorului turbinei;
 G – consumul aburului pe secundă;
 g – constanta căderii libere;
 c_1, c_2 – vitezele conform diagramei α_1, α_2 – unghiurile din diagramă.

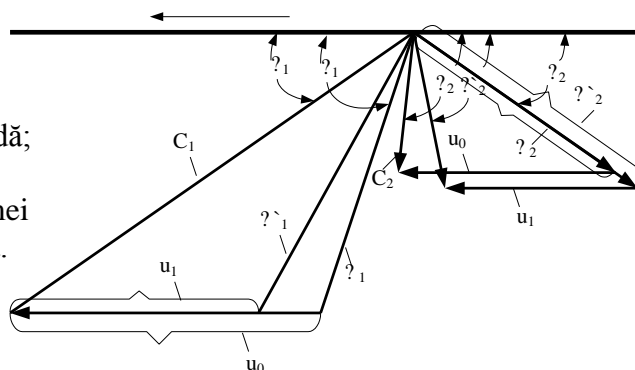


Fig. 5 diagrama vitezei a turbinei cu abur

În figura 6 este prezentată dependența momentului de rotație și a puterii pe arborele turbinei dependență de frecvență pentru cazul când $k_A=2$.

Din aceste curbe iese că la abaterea frecvenței de valoarea nominal puterea pe arbore al turbine scade. Puterea generată de generator, care este pusă în mișcare de turbină va fi mai mică cu valoare pierderilor în turbină și generator. Din figură 6 se poate observa că puterea, are valoare maximală la frecvența nominal, dar la variația frecvenței pozitivă sau negativă la început se micșorează neesențial dar apoi mai brusc.

Momentul dezvoltat de turbogenerator este alcătuit din 2 componente: prima, ce nu depinde de frecvență și a doua ce are caracteristica liniară funcție de frecvență.

Pentru funcționarea fiabilă a turbinei la proiectare se pune condiția ca frecvența vibrațiilor proprii și a paratului paletelor să difere de frecvența industrială și a celor apropiate.

În regimurile de avarie în conformitate cu GOST 24277 – 85, 24278 – 85 Turbine pe aburi staționare pentru CET, CTE și CN se admite lucru pe scurt timp la următoarele valori:

În tabela 1 sunt prezentate valorile admisibile de funcționare a turbinelor în regim de avarie.

Tabela 1.

Frecvența	50,5 – 51	49 – 48	48 – 47	47 – 46
Unitară min.	3	5	1	0,17
Pe toată per min.	500	750	180	30

Micșorarea avariata a frecvenței nu se limitează doar cu funcționarea normală a consumatorilor, dar trebuie să corespundă condițiilor de funcționare a utilajului serviciilor proprii a centralelor. Micșorarea rotațiilor generatoarelor (frecvenței)

influențează la funcționarea serviciilor proprii a centralelor în primul rînd a pompelor de alimentare, de rețea și de circulație. La frecvența 45 – 46 Hz la primele productivitatea scade la

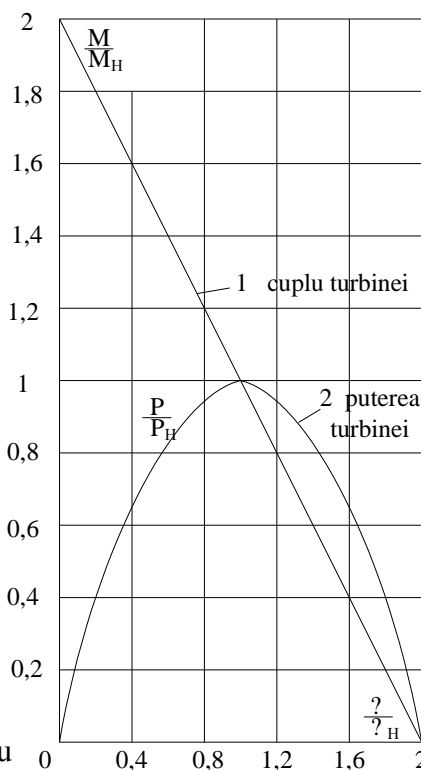


Fig. 6 Caracteristica exterioara a turbinei cu aburi

zero iar celelalte cu 25 – 40 %. Aceasta la rândul său duce la micșorarea puterii produse de generator ce în fine generează „avalanșa de frecvență”.

Concluzii:

În aceste condiții cel mai efectiv și cu acționare rapidă este descarcarea automata a sarcinii după frecvență DASF. Precum că descărcarea sarcinii duce la unele pierderi dar ea permite de preîntâmpinat pierderilor mai mari.

Cerințele față de protecție:

- Sarcina deconectată trebuie să fie suficientă pentru lichidarea maximului neajunsului de putere;
- Dispozitivele DASF trebuie să acționeze în așa mod ca să excludă apariția avalanșei de frecvență și tensiune;
- Dispozitivele DASF trebuie să asigure deconectarea sarcinii în conformitate cu valoarea deficitului de putere apărut;
- Acțiunile DASF trebuie coordonate cu dispozitivele RAR și AAR pentru a exclude posibilitatea restabilire a alimentării.

Literatura:

1. **Comșa, D.** ș.a. Proiectarea instalațiilor electrice industriale, p.11...38;
2. **Рабинович Р. С.** Автоматическая частотная разгрузка энергосистем. М. Энергоатомиздат, 1988;
3. **Москалёв А Г** Автоматическая частотная разгрузка энергетических систем Госэнергоиздат, М., 1959
4. <http://www.google.md/>