

SPORIREA EFICIENȚEI ENERGETICE A SISTEMULUI DE AER COMPRIMAT LA S.A. "FRANZELUȚA"

Cristina EFREMOV, Larisa TCACI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare s-au efectuat estimările energetice și economice în domeniul panificației la întreprinderea S.A. "Franzeluța" din mun. Chișinău. În urma activității de cercetare desfășurate, s-au identificat problemele contemporane cu care se confruntă sistemele existente de comprimare ale aerului, s-a propus înlocuirea compresoarelor vechi cu cele noi și s-au calculat economiile de cheltuieli anuale.

Cuvinte cheie: aer comprimat, pierderi de presiune, compresor cu șurub, cheltuieli anuale.

1. Aspecte generale privind funcționarea sistemelor de distribuție a aerului comprimat

Calitatea și fiabilitatea sistemelor de distribuție a aerului comprimat au pus întotdeauna probleme. Aproape toate preocupările sunt generate de contaminanții purtați în aer. De obicei, există cel puțin 10 contaminanți diferiți într-o rețea tradițională de aer comprimat.

Aceștia pot fi prezenți în aerul atmosferic aspirat de către compresor sau pot fi creați în interiorul compresorului în sine. Sunt, de asemenea, de multe ori găsiți în rezervoarele de aer sau în sistemele de conducte demodate care pot fi predispuse la coroziune. Cu toate acestea, contaminanții pot fi eliminați complet sau reduși la un nivel acceptabil atunci când tratamentul aerului comprimat și al sistemului de distribuție al aerului sunt gestionate eficient și în condiții de siguranță.

În afară de contaminanți un interes deosebit îl prezintă producerea și distribuția aerului în sistem. Pentru a putea localiza și stabili cât mai exact pierderile de energie și ponderea acestora în proces s-a apelat la o metodă care vizează realizarea analizei energetice. Analiza energetică evidențiază aspectele calitative ale utilizării energiei în instalațiile industriale.

2. Calculul necesarului de aer comprimat pentru fiecare consumator din cadrul întreprinderii

Efectuarea studiului s-a realizat pe un compresor cu șurub mijlociu în funcțiune. O parte din parametri au fost determinați experimental prin măsurători, restul fiind luați din literatura de specialitate ori determinați prin calcule. La întreprindere există o listă a consumatorilor și o schemă de distribuire a aerului comprimat cu indicarea presiunii și altor caracteristici, precum și a graficelor de lucru.

Tabelul 1.

Reflectarea informațiilor privind transportarea făinii la întreprindere prin intermediul sistemului demodat și al celui renovat de aer comprimat

Denumire	Productivitate D, t/h		Durata de funcționare τ , h/an		Presiunea p, MPa	
	Var. I - Compresor existent la întreprindere (demodat)	Var. II - Compresor cu șurub (nou)	Var. I - Compresor existent la întreprindere (demodat)	Var. II - Compresor cu șurub (nou)	Var. I - Compresor existent la întreprindere (demodat)	Var. II - Compresor cu șurub (nou)
Transportarea făinii de secară	0,9	1,3	8640	8500	0,6	0,8
Transportarea făinii de calitate a II-a	1,0	1,4	7700	7418	0,6	0,8
Transportarea făinii de calitate superioară	1,7	2,2	8500	8220	0,6	0,8
Transportarea făinii de calitate I	1,8	2,3	8430	7996	0,6	0,8

Eficiența energetică a sistemelor de aer comprimat la întreprindere se estimează prin stabilirea puterii compresorului necesară pentru menținerea presiunii în sistemul de aer comprimat din întreprinderea nefuncțională și puterii medii a compresorului în timpul funcționării. Eficiența energetică, de asemenea, se

evaluează prin debitul volumic de aer comprimat consumat și posibilele locuri de scurgere, funcționarea supapelor la compresoare, sistemele de răcire ale compresoarelor, sistemele de reglare a alimentării cu aer în funcție de sarcini, temperaturile aerului aspirat și temperaturile aerului comprimat.

Tabelul 2.

Rezultatele calculului detaliat privind transportarea făinii la întreprindere prin intermediul sistemului demodat și al celui renovat de aer comprimat

Caracteristica de funcționare	Transportarea făinii de seară		Transportarea făinii de calitate a II-a		Transportarea făinii de calitate superioară		Transportarea făinii de calitate I	
	Var. I	Var. II	Var. I	Var. II	Var. I	Var. II	Var. I	Var. II
Productivitatea anuală, D, t/an	7776	11183	7700	10464	14450	17898	15174	18800
Consumul mediu anual de aer, V_{an} , m ³ /an	$0,7 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^7$	$0,69 \cdot 10^7$	$0,94 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$1,36 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$
Sarcina orară medie pe durata anuală de funcționare, V_{MED} , m ³ /h	862,7	1261,0	958,5	1352,2	1637,1	2096,8	1733,4	2264,2
Sarcina maximă, V_{max} , m ³ /h	1035,2	1513,2	1150,2	1622,6	1964,5	2516,2	2080,1	2717,0
Sarcina orară maximă durabilă, V_{MD} , m ³ /h	983,4	1437,5	1092,7	1541,5	1866,3	2390,4	1976,1	2581,2
Sarcina orară maximă durabilă, V_{MD} , m ³ /min	16,4	23,9	18,2	25,7	31,1	39,8	32,9	43,0

3. Rezultatele calculului hidraulic estimativ al conductelor de aer comprimat

Scopul calculului hidraulic constă în stabilirea caracteristicilor constructive de proiectare ale conductelor de aspirație, de evacuare a aerului și ale conductelor rețelei de aer exterior. În plus, pe baza calculului hidraulic, se determină presiunea de calcul la stația de compresoare necesară pentru alimentarea aerului în sistemul de aer și asigurarea presiunii normale la consumatori.

Caracteristicile compresorului, ce deservește mașina de feliat pâine (în prezent – cel mai îndepărtat consumator), precum și rezultatele estimative ale calculului conductei de aspirație și de refulare se prezintă în tabelele 3 și 4, respectiv. Rezultatele estimării pierderilor de presiune pe traseu de aer comprimat sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 3. Calculul conductei de aspirație

Nr.	Denumirea indicatorului	Relația de calcul	Compresorul existent la întreprindere (demodat)	Compresor cu șurub	Compararea rezultatelor
1	Densitatea aerului aspirat, kg/m ³	$\rho_{asp} = \frac{p_{asp}}{RT_{ref}}$	0,745	1,166	0,421
2	Debitul aerului aspirat, m ³ /s	$V_{asp} = \frac{V_n \cdot \rho_n}{\rho_{asp}}$	9,67	9,035	0,635
3	Diametrul conductei de aspirație, m	$d_{asp} = \sqrt{\frac{4V_{asp}}{\pi W_{asp}}}$	1,110	1,073	0,037

Tabelul 4. Calculul conductei de refulare

Nr.	Denumirea indicatorului	Relația de calcul	Compresorul existent la întreprindere (demodat)	Compresor cu șurub	Compararea rezultatelor
1	Densitatea aerului comprimat, kg/m ³	$\rho_{comp} = \frac{P_{comp}}{RT_{comp}}$	6,42	10,48	4,06
2	Debitul aerului comprimat, m ³ /s	$V_{comp} = \frac{V_n \cdot \rho_n}{\rho_{comp}}$	1,122	1,005	0,117
3	Diametrul conductei de refulare, m	$d_{comp} = \sqrt{\frac{4V_{comp}}{\pi W_{comp}}}$	0,308	0,146	0,162

Tabelul 5. Estimarea pierderilor de presiune pe traseu

Nr.	Denumirea indicatorului	Compresorul existent la întreprindere (demodat)	Compresorul cu șurub
1	Viscozitatea cinematică a aerului (ν , m ² /s) la temperatura de comprimare	20,94·10 ⁻⁶	16,97·10 ⁻⁶
2	Numărul Reynolds pentru conducta de refulare $Re = \frac{W_{comp} \cdot d_{comp}}{\nu}$	220630	317512
3	Coeficientul de frecare a aerului $\lambda = 0,0032 + \frac{0,231}{Re^{0,237}}$	0,016	0,015
4	Pierderi de presiune datorate frecării și rezistențelor locale de-a lungul celei mai lungi ramuri a conductei de aer, kPa $\Delta p_{fr} = \lambda \sum_1^n \left[(L + N_i \cdot L_{echiv}) \rho_{comp} \frac{W_{comp}^2}{2d_{comp}} \right]$	292,7	205,0
5	Pierderi de presiune datorate frecării și rezistențelor locale în conducta stației de compresoare, Δp_{asp} , kPa	4,0	4,0
6	Presiunea excesivă sau de rezervă, Δp_{exces} , kPa	0,5	0,5

4. Costul aerului comprimat

Pentru efectuarea analizei economice a soluțiilor propuse trebuie să fie determinate cheltuielile anuale la producerea aerului comprimat. Costul producției anuale de aer comprimat la stația de compresoare se stabilește prin însumarea tuturor cheltuielilor cum ar fi: cheltuieli pentru energia electrică consumată, amortismentele, cheltuieli pentru retribuirea muncii, cheltuieli pentru reparațiile curente, materialele auxiliare, serviciile organizațiilor terțe, cheltuielile generale ale stațiilor, alte cheltuieli. În tabelul 6 se prezintă rezultatele calculelor costului aerului comprimat.

Tabelul 6. Determinarea cheltuielilor anuale la producerea aerului comprimat

Nr.	Denumirea indicatorului	Rezultatele calculului compresorului existent la întreprindere (demodat)	Rezultatele calculului compresorului cu șurub
1	Producția anuală de aer comprimat de către stația de compresoare V_{an} , m ³ /an $V_{an} = 3600 \cdot V_{sc} \cdot k \cdot t \cdot n$	$1,479 \cdot 10^8$	$1,849 \cdot 10^8$
2	Consumul anual de energie electrică E_{an} , kWh $E_{an} = \frac{L \cdot V_{sc} \cdot \rho_{aer}}{\eta_{comp} \cdot \eta_{trans} \cdot \eta_{mot}} \cdot t \cdot n$	$4,08 \cdot 10^8$	$2,81 \cdot 10^8$
3	Cheltuielile pentru energia electrică consumată C_{en} , mii lei $C_{en} = E_{an} \cdot T_{en}$	938124	647036
4	Cheltuielile privind prelevările de amortisment C_{am} , mii lei, $C_{am} = r_{depr} \cdot C_{st}$	16001	24100
5	Cheltuieli privind retribuirea muncii C_{rem} , mii lei, $C_{rem} = 1,26 \cdot n_{exp} \cdot F_{an}$	756	756
6	Cheltuielile pentru reparații curente ale utilajului $C_{rep.c.}$, mii lei, $C_{rep.c.} = 0,5 \cdot C_{am}$	8001	12050
7	Cheltuielile pentru materialele auxiliare $C_{mat.aux.}$, lei, $C_{mat.aux.} = (0,03...0,05) \cdot C_{en}$	37525	25881
8	Alte cheltuieli $C_{serv} + C_{st} + C_{alt}$ (serviciile organizațiilor terțe, cheltuielile generale ale stațiilor etc.), mii lei $C_{serv} + C_{st} + C_{alt} = 0,1(C_{rep.c.} + C_{mat.aux.} + C_{rem})$	4628	79393
9	Costul producției anuale de aer comprimat la stația de compresoare (cheltuielile anuale), mii lei	1005035	789216
10	Costul 1 m ³ de aer comprimat, lei/m ³ $a = \frac{C}{V_{an}}$	6,79	4,27

5. Concluzii

Analizând direcțiile de cercetare abordate la investigarea posibilităților de îmbunătățire a performanțelor energetice a sistemelor de comprimare ale aerului și soluțiile de sporire a eficienței energetice a acestuia în cadrul întreprinderii, s-a ajuns la concluzia că renovarea și înlocuirea compresoarelor poate aduce o economie reală în decursul anului. După efectuarea calculelor estimative, ținând cont de indici reali tehnici de funcționare a utilajelor și indicatori economici actuali, economia reală de cheltuieli anuale constituie 215819 mii lei/an.

Bibliografie

1. Takats, P. CHIUZBĂIAN, E. *Manual tehnic de aer comprimat: probleme energetice și de funcționare*, ENESIS, Baia Mare, 2008, p. 169.
2. Mills, D. *Pneumatic conveying design guide. Second edition*, Elsevier, 2004, p. 101.