



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

MODUL DE RECONDIȚIONARE A UNOR AGREGATE CE ECHIPEAZĂ STAȚIILE DE POMPARE

Gelu BĂLAN, Vasile IANCU

RECONDITIONING MODE OF AGGREGATE WHAT EQUIPS PUMPING STATIONS

There are presenting a new way to increase the pumping efficiency in many pumping station, concerning in pumps working service life optimization. This objective is rational according to the demand to not make inopportune investments (premature or expensive) by replacing or rehabilitating less used pumps. Other reason is to minimize or eliminate, as it possible, to keep on function massive used pumps with low efficiency.

Keywords: pump, rotor, reconditioning, CERAMITHECH
Cuvinte cheie: pompă, rotor, recondiționare, CERAMITHECH

1. Optimizarea duratei de exploatare a pompelor

Reintroducerea în circuitul industrial al pompelor uzate fizic și moral, cu investiții minime în recondiționarea acestora, se poate face prin eforturi proprii acolo unde este posibil, aceasta fiind o soluție acceptabilă în locul valorificării acestora ca deșeuri metalice.

Recondiționarea și modernizarea pompelor la producător sau la firme de profil, au asigurat prelungirea menținerii în exploatare a acestora, cu randamente crescute, dar cu costuri de transport si modernizare ridicate.

Avem în vedere tipurile de pompe NDS 18 și NDS 12, produse și utilizate pe scară largă, în alimentarea cu apă, în desecări, irigații,

etc. Pentru reducerea cheltuielilor propunem recondiționarea cu personal propriu, în atelierul firmei, prin: ▪ aducerea la valori nominale a jocurilor funcționale ale lagărelor sau rulmenților; ▪ înlocuirea rotorului pompei cu unul nou, modernizat; ▪ căptușirea interioară a carcasei pompei cu Ceramitech în scopul reducerii rugozității și a coeficientului de frecare.

Prin tratamentele aplicate estimăm o creștere a randamentului SP cu valori cuprinse între 14 și 22 %. Reabilitarea și re folosirea acestor pompe utilizate în industria autohtonă se pretează datorită: numărului mare al acestora, sunt încă în funcțiune, sunt de producție internă, iar costurile de înlocuire cu echipamente noi din import, sunt foarte mari. Pe de altă parte se pot utiliza în continuare construcțiile și instalațiile deja existente, neimpunându-se înlocuirea cu altele de valori diferite. Pentru o corectă abordare a temei propuse, sunt de menționat câteva premise de care trebuie ținut cont:

- din motive economice și funcționale, de cele mai multe ori circuitul hidraulic al fiecărei pompei din SP nu prezintă nici o conductă dreaptă suficient de lungă pentru a permite măsurarea exactă, a debitului actualizat Q_{pa} prin pompă;

- în orice SP se poate măsura ușor și ieftin, periodic sau continuu, pentru fiecare pompă, valoarea actualizată H_a a înălțimii de pompare H , iar la pompele antrenate de motoare electrice se poate de asemenea măsura valoarea actualizată P_{ba} a puterii la borne P_b .

- în exploatare, curbele funcționale caracteristice ale motoarelor electrice care antrenează pompele, inclusiv curba de putere la arbore P_a – putere la borne P_b , nu se modifică semnificativ în cazul în care motoarele se rebobinează, iar în cazul în care, prin rebobinare, curbele funcționale caracteristice ale acestor motoare s-au modificat, este posibilă ridicarea acestor curbe funcționale caracteristice actualizate prin măsurări in situ, permițând determinarea, în ambele cazuri și în orice moment, a puterii la arbore P_a , pe baza cunoașterii curbei $P_a - P_b$ a motorului și a măsurării P_b ;

- pentru fiecare pompă aflată în exploatare, într-o SP, prin măsurări in situ, nu se pot ridica curbele funcționale caracteristice actualizate $Q_a - H_a$ și $Q_a - \eta_a$, dar se poate ridica, în orice moment, curba funcțională caracteristică actualizată putere la arbore $P_{aa} - H_a$ înălțime de pompare, curbă până acum neutilizată de specialiști;

- în timpul exploatării unei pompei, curbele sale funcționale caracteristice $Q - H$, $Q - \eta$, $H - \eta$, $P_a - \eta$ și $P_a - H$ se modifică, în funcție de uzura fizică și deteriorarea jocurilor funcționale, într-un mod specific pentru fiecare tipo-dimensiune de pompă;

- modificările curbelor funcționale caracteristice fiind cauzate de uzura fizică și de deteriorarea jocurilor funcționale, depinzând cantitativ de acestea și totodată fiind specifice pentru fiecare tipo-dimensiune de pompă, este logică existența obiectivă a unei corelări între aceste modificări, aceasta fiind determinabilă prin măsurări pe standuri de încercare a pompelor;

- pentru orice tipo-dimensiune de pompă, după ridicarea pe standuri de încercări a curbelor funcționale caracteristice, pentru întreg domeniul de funcționare, atât pentru o pompă nouă, cât și pentru câteva pompe care au funcționat în SP având durate de funcționare diferite, prezentând grade diferite de uzură fizică, se determină corelarea specifică între modificările curbei $P_a - H$ și ale restului curbelor funcționale caracteristice;

- pentru fiecare pompă aflată în exploatare într-o SP, cunoscând atât curbele funcționale caracteristice inițiale, cât și corelarea specifică între modificările acestor curbe datorită uzurii, se ridică în orice moment, prin măsurări în SP, curba actualizată $P_a - H_a$, cu ajutorul corelării specifice și a curbelor inițiale cunoscute, se deduc, indirect, curbele funcționale caracteristice actualizate $Q_a - \eta_a$ și $Q_a - H_a$;

- pentru o mai precisă determinare indirectă a curbelor funcționale caracteristice actualizate ale pompelor, se va ține seama și de influența curbei de alunecare a motoarelor electrice asincrone $s = f(P_a)$ (atât a motorului de antrenare de pe standul de încercări, cât și a motoarelor de antrenare din SP), neglijarea acestei influențe poate induce erori, uneori de peste 10 %.

În concluzie, pentru orice tipo-dimensiune de pompe, după ridicarea cât mai exactă, pe standul de încercare a curbelor funcționale caracteristice, atât pentru o pompă nouă, cât și pentru câteva pompe ce au funcționat diferite perioade de timp, prezentând uzuri diferite, precum și după determinarea corelației între modificările acestor curbe funcționale, se vor putea deduce indirect, valorile randamentului, iar cu un calcul tehnico economic se poate stabili obiectiv dacă pompa trebuie înlocuită, modernizată sau recondiționată.

2. Curbe de funcționare a pompelor

Luând ca exemplu pompele 18NDS și 12NDS de la Uzinele de Produse Sodice Ocna-Mureș (UPSOM), care au fost modernizate la AVERSA, după ce au fost exploatate, acestea uzându-se fizic. Pentru pompa 18NDS diferența medie de randament între cea uzată și cea

modernizată este de circa 15 %, iar pentru pompa 12NDS sau luat în calcul două pompe modernizate: la prima uzura a fost de circa 22%, în comparație cu cea de-a doua care a avut uzură de doar 14%. Pompele supuse modernizării au fost testate pe standurile de probă ale S.C. AVERSA atât înainte, cât și după modernizare, pentru obținerea curbelor caracteristice de funcționare.

În tabelele 1 (Caracteristicile funcționale ale pompei 18NDS uzate ($n = 980$ rpm)), tabelul 2 (Caracteristicile funcționale ale pompei 18NDS modernizate ($n = 980$ rpm)), tabelul 3 (Caracteristicile funcționale ale pompei 12NDS uzate ($n = 1480$ rpm)) și tabelul 4 (Caracteristicile funcționale ale pompei 12NDS modernizate ($n = 1480$ rpm)), sunt indicate valorile debitelor - Q, înălțimilor de pompare - H, randamentelor - η și puterilor la arbore - P_a ale pompelor 18NDS și 12NDS determinate înainte și după modernizare.

Tabelul 1

Nr. pct.	1	2	3	4	5	6	7
Q [m ³ /h]	3050,8	2822,4	2718,6	2454,0	2012,8	1507,3	682,2
H [m]	24,3	44,9	48,4	53,4	58,1	61,8	64
rand. η [%]	41,1	71,9	75,6	78,3	76,1	69,2	44,26
P_a [kW]	491,5	480,9	473,9	456,8	418,5	366,3	279,3

Tabelul 2

Nr. pct.	1	2	3	4	5	6	7
Q [m ³ /h]	2978,1	2875,3	2409	1971,6	1516,4	1046,4	596,6
H [m]	33,4	38,0	51,1	58,5	64,3	67	68,5
rand. η [%]	72,1	79,8	91,3	89,8	84,9	72,4	51,8
P_a [kW]	375,6	373,4	359,3	350,1	313,1	264,2	215

Tabelul 3

Nr. pct.	1	2	3	4	5	6
Q [m ³ /h]	973,6	868,8	789,9	594,7	508,5	204
H [m]	44,8	48,2	50,4	54,8	56,5	58,6
rand. η [%]	64,3	64,5	64,5	59,5	56,1	30,0
P_a [kW]	184,3	176,7	168,2	149,3	139,9	108,7

Tabelul 4

Nr. pct.	1	2	3	4	5	6	7
Q [m ³ /h]	1287,3	1210,4	1107,2	950,7	796,9	529,7	180,3
H [m]	31,7	36,0	40,5	46,2	51,5	58,7	63,1
rand. η [%]	75,1	81,1	84,9	87,4	87,6	79,2	38,4

P_a [kW]	148,1	146,4	143,8	137	127,6	104,2	80,8
------------	-------	-------	-------	-----	-------	-------	------

3. Ceramitech HG

Este un produs chimic bazat pe rășini epoxidice și poliaminoamide armate cu carbură și particule ceramice. Se folosește în acoperirea suprafețelor cu un nivel ridicat de aderență, de asemenea poate fi utilizat la reconstrucția interiorului corpului pompelor. Are o rezistență sporită la abraziune și eroziune cât și o sporită rezistență mecanică. Se aplică ușor, într-un singur strat sau straturi succesive prin pulverizare sau cu pensula, îmbunătățind considerabil coeficientul de frecare. A fost testat în Germania, în laboratoarele de testare pentru studiul materialelor din Pegnitz.

În funcție de natura lichidului pompat, există un impact mecanic, termic cu efecte corozive și abrazive asupra suprafețelor expuse acțiunii lichidului pompat. Pentru fabricarea de piese pentru pompe: de apă potabilă, de apă de răcire, pentru pomparea apelor reziduale, sunt fabricate în mod curent din fontă și oțel slab aliat. Din cauza durabilității limitate și a rezistenței scăzute a materialelor datorită mediului în care lucrează pompele (conținut mare de pulberi în suspensie și medii corozive), acestea ducând la o deteriorare rapidă a componentelor pompelor. În aceste cazuri, pentru a preveni construirea pompelor din oțel inoxidabil, tratamentul cu CERAMITECH HG figura 1.a este o soluție alternativă de îmbunătățire a randamentelor în SP, în figura 1.b este prezentată scanarea cu microscopul electronic. Pentru o acoperire cu pensula sau spatula figura 2.a, pe lângă numărul mare de particule mari cu dimensiuni de circa $100\ \mu\text{m}$ și bule de aer, există un număr mare de particule de ceramică figura 2.b.

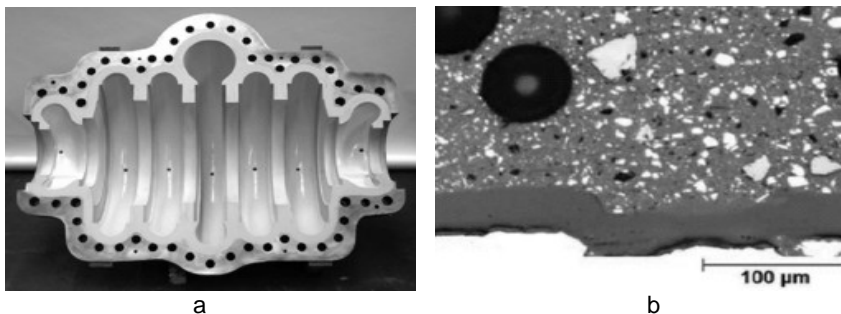


Fig. 1 Partea superioară a unei pompe tratate cu CERAMITECH HG a, secțiune transversală a materialului Thortex Cerami Tech FG b

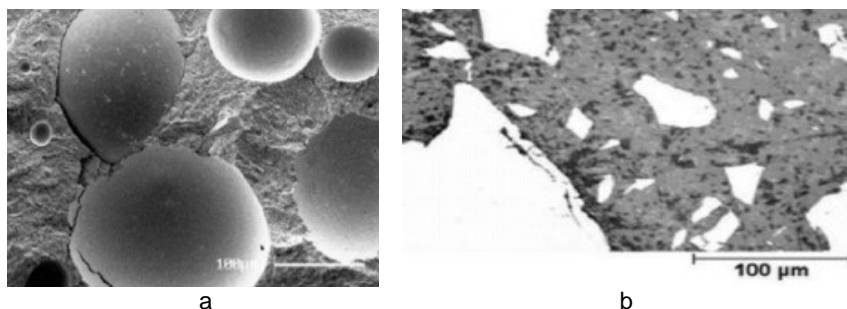


Fig. 2 Microfotografie în cazul aplicării ceramici cu spatula (grosime 3 mm) a, secțiune transversală b

4. Modul de reabilitare a pompelor

Cele mai multe dintre acoperirile testate sunt un grup de rășini epoxidice tabelul 5 (Acoperiri pe bază de rășini epoxidice), pentru a crește rezistența la uzură în acestea se adaugă ceramică sub formă de particule solide (oxid de aluminiu, carbură de siliciu, etc). Întăritorul utilizat cunoscut ca accelerator de întărire, este amestecat înainte de utilizare cu rășină epoxidică.

Tabelul 5

Material	Umplere	Aplicație
Cerami Tech HG	Particule de carbură și ceramică	Spatulă
Cerami Tech CR	Particule de carbură și ceramică	Rolă
Cerami Tech HTX	Particule de carbură și ceramică	Spatulă
ARC 855	Particule ceramice	Rolă
ARC MX 2	Al_2O_3	Spatulă
Proguard X	Particule ceramice	Spray/Rolă
CeramKote 54 N	Particule ceramice	Spray/Rolă
CeramKote 54 HY	Particule ceramice	Spray/Rolă
VK2000TF	Al_2O_3	Spray/Rolă
1 VK2001	Carbura de siliciu	Cu role/Perie/Spatulă
RH 791	Cuarț	Cu role/Perie/Spatulă
RH 855	Carbura de siliciu < 0,5 mm	Cu role/Perie/Spatulă
RH 1233	Al_2O_3 < 0,5 mm	Cu role/Perie/Spatulă
RH 1867	Al_2O_3 1-2 mm	Cu role/Perie/Spatulă
RH 1930	$SiC + Al_2O_3$	Cu role/Perie/Spatulă

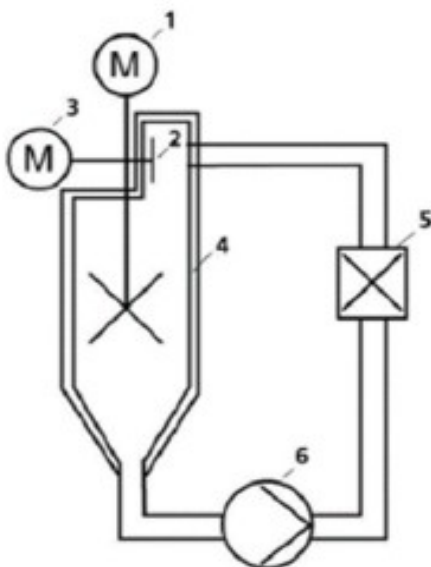
După acoperire rășina se întărește la temperatura camerei, vâscozitatea materialului de acoperire poate varia și depinde de tipul, mărimea și cantitatea fazei solide, precum și de diferiți aditivi.

Compușii pot fi aplicați prin pulverizare, cu pensula sau racleta, datorită prezenței în compoziția lor a particulelor ceramice, aceste produse sunt adesea incorect numite "acoperiri ceramice" sau "lichid ceramice". Cu toate acestea, toate sunt compozite cu particule într-o matrice de polimeri.

În cazul rășinilor, elasticitatea lor le permite să absoarbă energia cinetică a particulelor de coliziune, astfel reducând uzura, s-au utilizat două tipuri de acoperire din poliuretan:

- întărite de fază solidă;
- care nu se întăresc în faza solidă, similare cu straturile de cauciuc.

Pentru analiza durabilității diferitelor produse la efectele



cauzate de pulberile în suspensie conținute în lichidul pompat, au fost efectuate experimente la uzura de impact. S-a folosit un amestec de nisip cuarțos și apă pulverizată la o viteză de 15 m/s la un unghi de atac de 45°. Instalația utilizată este prezentată în figura 3 și este compusă din: 1 - agitator cu motor, 2 - model, 3 - motor, 4 - rezervor cu suspensie, 5 - debitmetru inductiv, 6 - pompe centrifuge (cu viteză variabilă).

Fig. 3 Instalația utilizată pentru analiza durabilității la uzura de impact

Rata de uzură a fost calculată cu formula:

$$V_e = \left(\frac{\Delta_m}{\delta \cdot E} \right) \cdot 1000 V_e = \left(\frac{\Delta_m}{\delta \cdot E} \right) \cdot 1000 \quad (1)$$

unde:

- V_e - rata de energie la uzură [mm^3/kJ],
- Δ_m - pierderea de greutate a probei [g],
- ρ - densitatea materialului (de acoperire) [g/cm^3],
- E - energia cinetică a particulelor de nisip utilizate [kJ].

Rezultatele testelor cu privire la uzura de impact au arătat că, rata de uzuri de acoperire depinde de așa numita "Running-in-efect", inițial o rată ridicată, în timpul testului a scăzut treptat, în cele din urmă ajungând la o valoare constantă.

Acoperirea cu particule solide mici oferind o protecție slabă. Numai acoperirile cu o grosime de circa 3 mm, au rezistența la uzură comparabilă cu cea a unui metal, precum fonta.

5. Tratamentele aplicate rotoarelor

În tabelul 6 (Acoperiri pe bază de rășini epoxidice aplicate la rotoare) sunt prezentate rezultatele testelor efectuate în cazul acoperirilor aplicate la rotoare, cu diverse tipuri de rășini epoxidice.

Tabelul 6

Tip de acoperire	Timpu până la eșec [h] / număr de probe	Nivel
VK 2000 TF	1 h / 4	Nesatisfăcătoare
VK 2001	2,5 h / 2	Nesatisfăcătoare
Cerami Flex EG	4 h / 2	Nesatisfăcătoare
Cerami Flex HG	5 h / 4	Nesatisfăcătoare
Proguard X	1 h / 4	Nesatisfăcătoare
Cerami Tech HG	5 h / 3	Nesatisfăcătoare
Polymerguss VE 200	4,5 h / 4	Nesatisfăcătoare
Metaline 560	100 h / 2	Bun
Metaline 590	45 ore / 2	Bun

Ca exemplu, în figura 4 avem rotorul unei pompe, care a avut mici leziuni ale cavității, reparat cu ajutorul unui strat de acoperire pe bază de rășini epoxidice cu particule ceramice, după care a fost repus în funcție, în aceleași condiții.

Doi ani mai târziu, s-a constatat că în mod semnificativ stratul de acoperire s-a deteriorat semnificativ.

6. Concluzii

■ În cazul tratării în straturi cu o grosime suficientă (circa 3 mm) și aplicare cu spatula, există o bună rezistență la uzură. Suprafețele de acoperire trebuie să fie ușor accesibile pentru a putea fi pregătite în mod corespunzător în vederea aplicării stratului de acoperire. În caz contrar acoperirea nu va adera suficient de bine la stratul de metal.



Fig. 4 Rotoare deteriorate

■ Astfel, canalele înguste, paleții rotorului nu pot fi acoperite suficient de bine. De aceea, în conformitate cu recomandările producătorilor, trebuie să se acorde o atenție deosebită și temperaturii mediului pompat. De asemenea se recomandă inspecția periodică și repararea zonelor deteriorate.

Mulțumiri

Rezultatele prezentate în acest articol au fost obținute cu sprijinul Ministerului Fondurilor Europene prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/132395.

BIBLIOGRAFIE

[1] Vertan, G., Dadu, V., Navligu, V., Șandor, T.L, Cujba, G., *O nouă concepție în domeniul pomparei, rezultat al unei abordări globale, informatizate*, Revista "Hidrotehnică" nr.11 – 12, vol.44, 1999, București.

- [2] Pandealea, G., Vertan, G., Furca, L., Frânc, D., Teglaș, A, *The Rehabilitation of the Pumping Stations*, 6th International Conference on Hydraulic Machinery and Hydrodynamics Timișoara, România, October 21-22, 2004.
- [3] Stănescu, P., Trușcă, T., Isbășoiu, E.C., Man, T.E., Bedreag, V., Gârdan, D., Vertan, G., *Soluții noi și rezultate ale optimizării stațiilor de pompare de desecare*, A 5-a Conferință a Hidroenergeticienilor din România, București, 22-23 mai 2008, pag.275-283.
- [4] Vertan, G., Gârdan, D., Isbășoiu, E.C., Man, T.E., Bedreag, V., Stănescu, P., Trușcă, T., *Soluții noi pentru pomparea din îmbunătățirile funciare*, A 5-a Conferință a Hidroenergeticienilor din România, București, 2008, pag. 284-293.
- [5] Bălan, G., Mănescu, T.S., Ocolișan, L.C., Vertan, G, *Optimizarea duratei de menținere în exploatare a pompelor*, A 8-a Conferință națională multidisciplinară – cu participare internațională – "Profesorul Dorin Pavel" – fondatorul hidroenergeticii românești", Sebeș, 2008, Editura AGIR, București, pag. 331-338.

Drd.Ing. Gelu BĂLAN
Universitatea "Eftimie Murgu" din Reșița, membru AGIR
e-mail: gelubalangelu@yahoo.com

Șef lucr.Dr.Ing. Vasile IANCU
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița
președinte sucursală AGIR Caraș-Severin
e-mail: v.iancu@uem.ro