



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

PROBLEME DE MENTENANȚĂ SPECIFICE SISTEMELOR DE ACȚIONARE HIDRAULICĂ

Alexandru-Daniel MARINESCU, Carmen-Anca SAFTA,
Teodor-Costinel POPESCU

SPECIFIC ISSUES FOR MAINTENANCE OF HYDRAULIC DRIVE SYSTEMS

This paper presents the concepts of maintenance in the light of ISO's standards and EU directives implemented in Romania after the year 2007, in the industrial field, with reference to the hydraulic drive systems. The maintenance of these systems can only find a practical solution in accordance with the international standards and European directives mentioned above.

Keywords: tree maintenance, total productive maintenance, hydraulic actuators, standards

Cuvinte cheie: arbore mentenanță, mentenanță productivă totală, acționări hidraulice, standarde

1. Introducere

După o perioadă de funcționare, în instalațiile hidraulice apar perturbații și abateri de la normele de funcționare. O explicație corectă a disfuncționalității constatate, presupune o bună experiență practică în domeniu dar și o înțelegere aprofundată a fenomenelor caracteristice aparaturii hidraulice din sistemul de acționare al unei aplicații, figura 1. Interpretarea corectă a manifestărilor tipice legate de funcționarea anormală a unui sistem hidraulic și aplicarea unor măsuri corective adecvate (de mentenanță) este de cele mai multe ori o sarcină dificilă.

Mentenanța reprezintă activitatea de organizare a tuturor acțiunilor tehnice de reparatie și întreținere pentru menținerea sau restabilirea funcționării unui sistem tehnic, [1].

În figura 1 este prezentat exemplul unei scări hidraulice de asalt, pentru situații speciale aflată în dotarea unor mașini de jandarmi, pompieri sau SMURD, [2]. În această instalație, pot să apară probleme legate de buna funcționare a aparatelor hidraulice din următoarele clase: de execuție (4 cilindri), de alimentare (2 pompe, 1 motor termic, 1 bazin de alimentare), de siguranță și distribuție (6 supape, 4 ventile, 4 drosele, 4 distribuitoare), auxiliare (1 filtru de umplere, 1 filtru retur, 2 manometre).

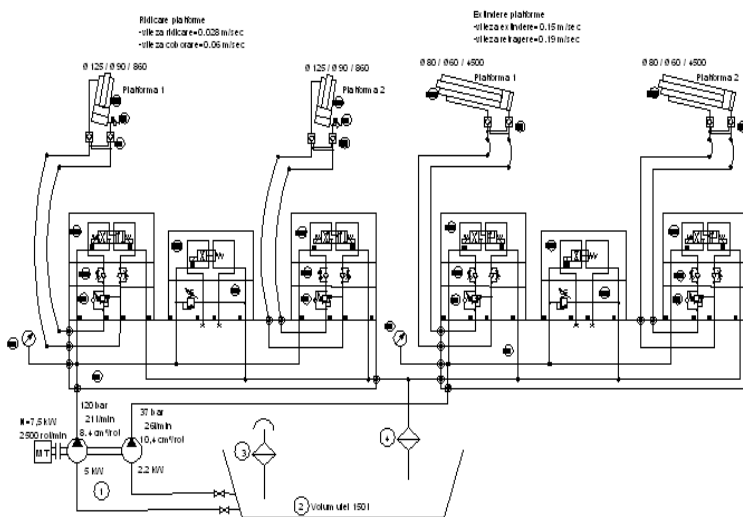


Fig. 1 Schema de acționare a unei scări hidraulice de asalt, [2]

Scopul lucrării de față este de a prezenta problemele de mentenanță specifice sistemelor de acționare hidraulică și cadrul de reglementare european în vigoare.

2. Mentenanța sistemelor tehnice

Instalațiile de acționare hidraulică sunt parte componentă a multor sisteme tehnologice din diferite ramuri industriale de producție. De aceea, modelul consacrat de mentenanță productivă totală (Total Productive Maintenance, TPM) se poate aplica cu succes și în acest caz.

Mentenanța productivă totală, MPT, este un concept dezvoltat în Japonia [3] și destinat eficientizării activității productive în industria constructoare de mașini. Conceptul a fost preluat și în alte sectoare industriale. Prin mentenanța productivă totală se propune un sistem de îmbunătățire a integrității producției și a calității sistemelor tehnice coroborat cu activitățile angajaților, astfel încât să se creeze plusvaloare. Mentenanța productivă totală este fundamentată pe cei „5S” (Sort, Set, Shine, Standardize, Sustain – în engleză, [3]). Activitățile care susțin acest model de mentenanță, și recunoscute ca cei opt piloni ai mentenanței productive totale, "eight pillars of TPM", sunt:

- Autonomous Maintenance (autonomia mentenanței);
- Planned Maintenance (planificarea mentenanței);
- Quality Maintenance (calitatea mentenanței);
- Focused Improvement (îmbunătățire proactivă);
- Early Equipment Management (gestionarea din timp a echipamentelor);
- Training and education (pregătire și educație);
- Safety, Health, Environment (siguranță, sănătate, mediu);
- TPM in Administration (MPT în administrație).

Dezvoltarea conceptului de mentenanță productivă totală a avut la bază diferite tipuri de organizare a activităților de mentenanță la care s-a urmărit, ca scop în sine, eficientizarea întregii activități dintr-o companie.

Activitățile de întreținere sunt planificate (mentenanță planificată), sunt programate pe intervale de timp și în concordanță cu timpul de exploatare al unui utilaj (mentenanță programată), [4]. Există situații în care apare necesitatea unor activități de mentenanță corectivă (respectiv, mentenanță neprogramată), [4]. Activitățile de întreținere planificate și programate sunt activități de mentenanță preventivă (sau proactivă).

Mentenanța predictivă are la bază programarea activităților de întreținere-reparații în funcție de parametrii de funcționare ai sistemului. Acest tip de mentenanță anticipează apariția unor evenimente nedorite în funcționarea sistemului tehnic. Se obține astfel o disponibilitate optimă a sistemului, se utilizează eficient resursele umane și materiale în operațiile de mentenanță, se mărește durata de viață a sistemului tehnic.

Pentru că activitatea de mentenanță este influențată, prin natura acțiunilor întreprinse, de elemente privind securitatea și sănătatea în muncă, se menționează Directiva cadru 89/391/CEE,

privind introducerea de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și sănătății lucrătorilor la locul de muncă. Directiva 89/391/CEE reprezintă cadrul legislativ și juridic de bază pentru adoptarea directivelor speciale, care stabilesc cerințele minime de sănătate și securitate pentru folosirea de către lucrători a echipamentului de muncă la locul de muncă, cu completările și modificările ulterioare, fiind republicată în text consolidat prin Directiva 2009/104/CE.

În domeniul acționărilor hidraulice, standardele actuale au în vedere „Directiva Mașini 2006/42/CE”, „Directiva Compatibilitate Electromagnetică EMC 2004/108/CE”, „Directiva pentru Tensiune Joasă – 2006/95/CE”, „Directiva pentru Atmosferă Explozivă ATEX 94/9/CE și IECEx Schema de Certificare pentru Atmosfere Explozive”, „Directiva Echipamente sub presiune PED 97/23/CE”, [5].

La aceste standarde este bine să adăugăm și implementarea standardelor internaționale de calitate de la ISO 9000 până la ISO 9004, începută odată cu aderarea țării noastre la Uniunea Europeană, în anul 2007. Versiunile românești armonizate ale standardelor ISO 9000 sunt reunite în familia de standarde SR EN ISO 9000.

3. Diagnosticarea sistemelor de acționare hidraulică

Instalațiile și echipamentele hidraulice sunt de o mare diversitate. Din acest motiv, rezolvarea practică a problemelor legate de apariția defectelor în exploatare se face în mod diferențiat pe clasa de aparate componente. Creșterea siguranței în exploatare, mentenanța preventivă a echipamentelor și stabilirea cauzelor unui defect produs sunt strâns legate de problematica diagnosticării, [5]. De cele mai multe ori, la diagnosticarea unui defect se pleacă de la efectul constat. Localizarea defecțiunii se face prin verificări succesive ale elementelor componente din schema de acționare. Scurgerile de ulei, zgomotele nefirești în timpul funcționării instalației, mirosul de ulei încins sunt doar câteva exemple în care observațiile senzoriale de tip: auditiv (A), vizual (V) și tactil (T), ne indică prezența unui defect. Se prezintă în continuare, pe grupe de aparate conform schemei din figura 1, o analiză a defectelor care pot apărea în funcție de modul de manifestare (simptomul) și de cauza producerii lor. Astfel: tabelul 1 - Aparatură de execuție; tabelul 2 - Aparatură de alimentare; tabelul 3 - Aparatură de siguranță și distribuție; tabelul 4 - Aparatură hidraulică auxiliară.

Tabelul 1

Aparat	Obs. senzoriale	Defecte	
		Simptom	Cauze
Cilindrii	A1	zgomote mecanice exterioare	fixare cilindru sau tijă de execuție slăbită, lipsa ungerii
	A2	zgomote mecanice interioare	etanșări defecte, aer în instalație, amortizorii de cap de cursă defecti, blocaje
Cilindrii	V1	valori indicate	-
	V2	vibrații	fixare slăbită a capacului tijeii cilindrului, defecțiuni la ghidaje, etanșări defecte
	V3	pierderi de fluid	garnituri defecte la tijă, capac, racorduri
	T1	efect termic	frecări mecanice, tija sau cilindrul sunt tensionate
	T2	vibrații	defecțiuni la suprafața de ghidare, aer, fixări slăbite
	T3	pierderi de fluid	garnituri defecte la tijă

Tabelul 2

Aparate	Obs. senzoriale	Defecte	
		Simptom	Cauze
Bazin de alimentare	A1	zgomote mecanice exterioare	șuruburi de fixare slăbite, capace nefixate, construcție neoptimizată
	A2	zgomote mecanice interioare	nivel fluid la limită
	A3	zgomote datorate curgerii	conducte obturate, fluid rece, sorb înfundat
	V1	valori indicate	nivelul scăzut al fluidului
	V2	vibrații	construcție necorespunzătoare, șuruburi slăbite
	V3	pierderi de fluid	slăbite racordurile sau capacele, garnituri defecte
	T1	efect termic	volumul de ulei insuficient, suprafața radiantă redusă
	T2	vibrații	fixarea slăbită, nivel insuficient, construcție necorespunzătoare

	T3	pierderi de fluid	garnituri defecte la capace și canalizații
Pompe și motor de antrenare	A1	zgomote mecanice exterioare	defecțiuni la cuplaj, capac motor slăbit, elice ruptă, fixarea pompei sau motorului slăbită
	A2	zgomote mecanice interioare	lagăre uzate, piese defecte uzate în pompă, sens de rotație inversat, presiune și turație depășită
	A3	zgomote datorate curgerii	aspirația sau drenajul obturate
Pompe și motor de antrenare	V1	valori indicate	valoarea debitului și a presiunii, valoarea curentului la motor
	V2	vibrații	curele de transmisie roți dințate defecte, fixarea suportilor pompei ai motorului sau ai cuplajului e slăbită
	V3	pierderi de fluid	etanșări la ax defecte, racorduri slăbite
	T1	efect termic	lagăre defecte, piese gripate, sarcini axiale mari, motor electric suprasolicitat pierderi interne mari
	T2	vibrații	curele de transmisie roți dințate defecte, fixarea suportilor pompei ai motorului sau ai cuplajului e slăbită
	T3	pierderi de fluid	presiunea în carcasă e depășită, garnitura de etanșare a axului de antrenare uzată

Tabelul 3

Aparate	Obs. senzoriale	Defecte	
		Simptom	Cauze
Supape de siguranță	A1	zgomote mecanice exterioare	timpi de comutare neadecvați
	A2	zgomote mecanice interioare	elemente uzate
	A3	zgomote datorate curgerii	debit prea mare, amortizare necorespunzătoare, reglajul supapei la limită
	V1	valori indicate	valoarea presiunii (arc cu caracteristică schimbată sau arc rupt)

Supape de siguranță	V2	pierderi de fluid	garnituri defecte, racorduri slăbite
	T1	efect termic	presiunea reglată mare, debit prea mare, pierderi interne datorate uzurilor sau impurităților, alegere necorespunzătoare
	T2	vibrații	se verifică domeniul la reglaj, amortizare defectă
	T3	pierderi de fluid	garnituri defecte la îmbinare, la ax reglare, impurități pe scaun, uzuri
Electro distribuitoare	A1	zgomote mecanice exterioare	slăbiți electromagneți
	A2	zgomote mecanice interioare	lovituri la capete de cursă, frecvența de cuplare mare, forțe hidrodinamice mari
	A3	zgomote datorate curgerii	vâscozitate mare, debit prea mare, cursă de lucru mică, ulei cu aer
	V1	valori indicate	ales necorespunzător, căderi de presiune mari
	V2	vibrații	-
	V3	pierderi de fluid	garnituri defecte sau strângere insuficientă între corp și electromagneți
	T1	efect termic	magnet defect, tensiuni false, pierderi interioare mari, sertar gripat
	T2	vibrații	forța magnetului mică
T3	pierderi de fluid	strângeri insuficiente, garnituri defecte, neplaneitate fețe de cuplare	

Tabelul 4

Aparate	Obs. senzoriale	Defecte	
		Simptom	Cauze
	A1	zgomote datorate curgerii	montaj necorespunzător, supapă by-pass defectă, uleiul trece prin supapă, filtru înfundat
	V1	valori indicate	indicatorul de colmatare declanșat, cădere de

Filtre			presiune mare
	V2	vibrații	fixare în consolă, pe conducte
	V3	pierderi de fluid	garnituri defecte la capac, corp indicator, sau asamblare incorectă
	T1	efect termic	element colmatat, by pass defect
	T2	vibrații	șuruburi de fixare slăbite, fixare necorespunzătoare
	T3	pierderi de fluid	strângere incorectă
Manometre	A1	zgomote mecanice exterioare	fixare necorespunzătoare
	V1	valori indicate	vârfuri de presiune, solicitări peste limita admisă
	V2	vibrații	amortizare defectă sau aer în sistem, fixare slăbită
	V3	pierderi de fluid	tub elastic defect, record slăbit
	T1	efect termic	-
	T2	vibrații	aer în instalație, fixarea la panou slăbită
	T3	pierderi de fluid	cuplarea neetanșă, element elastic fisurat

4. Măsurile de îmbunătățire a activităților de mentenanță

Una dintre măsurile importante care poate conduce la îmbunătățirea activităților de mentenanță constă în evaluarea timpilor de reparație. Acest lucru se poate realiza utilizând mai multe metode. Dintre acestea, se pot enumera metoda experimentală, metoda examinării documentelor tehnice (Bazowsky) și metoda arborilor de mentenanță. Metoda arborilor de mentenanță este cel mai des utilizată.

Arborele de mentenanță este o reprezentare grafică a unei operații logice de mentenanță, furnizând procedurile calitative și cantitative necesare acestei operații. Potrivit acestei metode, din analiza unei activități de mentenanță se remarcă 3 etape: localizarea (măsurarea) defectului, reparația componentei defecte, etalonarea și controlul sistemului reparat, [6].

Pornind de la instalația hidraulică a scării de asfalt, s-a indicat structura unui arbore de mentenanță (figura 2) care cuprinde 12 elemente (Elem.) reparabile (R), după cum urmează: 4 cilindrii

hidraulici, 6 distribuitoare și 2 supape de siguranță modulare. Acestea sunt apoi etalonate și controlate (E.C.).

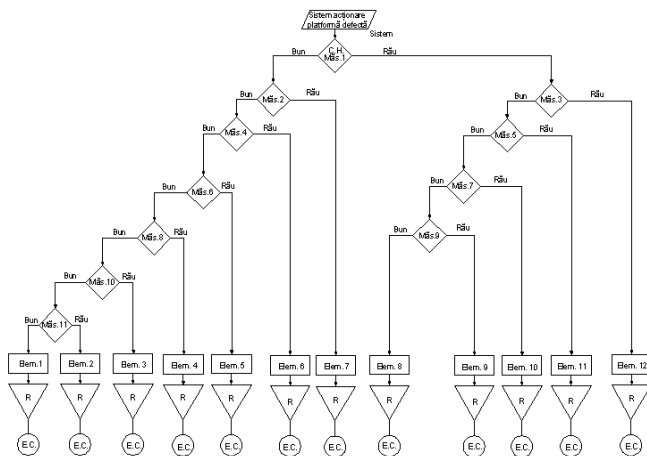


Fig. 2
Structura
arboreului de
mentenanță
pentru
elementele
reparabile din
instalația
hidraulică a
scării de asalt

Considerând
că
problemele

care apar în sistem încep odată cu defectarea cilindrilor hidraulici (CH), se face prima măsurare, notată în schemă (Măs. 1). Se iau pe rând, apoi cei 4 cilindri hidraulici: 16.1, 16.2, 15.1, 15.2 (vezi figura 1). Pentru acești cilindri, în schema logică sunt figurate respectiv operațiile de măsurare, notate prescurtat: (Măs. 3, Măs. 5, Măs. 7, Măs. 9). Măsurarea a doua și a patra (Măs. 2 și Măs. 4) se referă la măsurarea distribuitoarelor hidraulice 12.1 și 12.2. (figura 1). Măsurarea a șasea și a opta (Măs. 6 și Măs. 8) se referă la măsurarea distribuitoarelor hidraulice 13.1 și 13.2. Măsurarea a zecea și a unsprezecea (Măs. 10 și Măs. 11) se referă la măsurarea distribuitoarelor hidraulice 14.1 și 14.2. Defectarea distribuitoarelor 12.1 și 12.2, duce la defectarea supapelor de siguranță modulare 11.1 și 11.2. Pe schema logică din Fig. 2 supapele sunt Elem. 6 și Elem. 7, cilindrii sunt Elem. 9, Elem. 10, Elem. 11 și Elem. 12, iar distribuitorii sunt Elem. 1, Elem. 2, Elem. 3, Elem. 4 și Elem. 5.

5. Concluzii

■ Problemele de mentenanță specifice în sistemele de acționare hidraulică își găsesc rezolvarea practică prin diagnosticarea corectă a defectelor apărute, în funcție de efectul constat. Acest lucru presupune o cunoaștere corespunzătoare a tehnicilor de întreținere și

reparație, în concordanță cu aplicarea directivelor Uniunii Europene și a standardelor internaționale în domeniu.

■ De aici decurg avantaje legate de protecția mediului și de sănătatea lucrătorilor prin asigurarea securității și prin diminuarea numărului de accidente produse la locul de muncă.

■ Conceptul MPT este pus în evidență cu menționarea principiilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Costinaș, S., *Managementul mentenanței stațiilor electrice/Mentenanța instalațiilor din stațiile electrice*, Editura Electra, București, 2005.
- [2] * * * „Scara (rampa) de asfalt hidraulică montată pe autovehicul”, contract proiectare execuție 165067/15.05.2015, Plan Sectorial PS 1.1.3, realizat de INOE 2000-IHP, responsabil proiect: dr. ing. Lepadatu I.
- [3] Nakajima, S., *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Productivity Pr, 1988.
- [4] Cîmpan, M., Arghir, M., *Studii și cercetări de mentenanța utilajelor*, Știință și Inginerie, Editura AGIR, București, 2013, pag. 97-106.
- [5] Ciobanu, E., Călinoiu, C., *Acționări hidrostatice*, Oficiul de Informare Documentară pentru Industrie, Cercetare, Management, București, 2002.
- [6] Munteanu, T., Gurguiatu, G., Bălănuță C., *Fiabilitate și calitate în ingineria electrică* (Note de curs), Galați University Press, 2009.

Drd. Ing. Alexandru-Daniel MARINESCU
cercetător științific, Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru
Optoelectronică – Filiala Institutul de Cercetare pentru Hidraulică și Pneumatică
(INOE 2000 – IHP) București
e-mail: alexandru_marini@yahoo.com

Prof. Dr. Ing. Carmen-Anca SAFTA
Universitatea Politehnică București, Facultatea de Energetică
e-mail: safta.carmenanca@gmail.com

Dr. Ing. Teodor-Costinel POPESCU
cercetător științific gradul II, Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru
Optoelectronică (INOE 2000) – Filiala Institutul de Cercetare pentru Hidraulică
și Pneumatică, (INOE 2000 – IHP) București
e-mail: popescu.ihp@fluidas.ro