

**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI  
FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ ȘI ELECTRICĂ**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A  
PERFORMANȚELOR INSTALAȚIILOR HIDRAULICE  
SPECIFICE EXCAVATOARELOR CU ROTOR, ÎN VEDEREA  
CREȘTERII EFICIENȚEI ÎN LUCRU A ACESTORA**

**THE STUDY OF THE POSSIBILITIES TO IMPROVE THE  
PERFORMANCES OF THE HYDRAULIC INSTALLATIONS  
OF BUCKET WHEEL EXCAVATORS FOR THE INCREASE  
OF THEIR OPERATING EFFICIENCY**

**CUVINTE CHEIE**

**excavatoare cu rotor, instalații hidraulice, parametrii hidraulici, performanțe**

**REZUMAT**

**Conducător științific  
Prof. univ. dr. ing. Carmen FLOREA**

**Doctorand  
Ing. Walter LOGA**

**PETROȘANI 2014**

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>5</b>
<b>Capitolul I. EVOLUȚIA ȘI MODERNIZAREA EXCAVATOARELOR CU ROTOR UTILIZATE ÎN ROMÂNIA.....</b>	<b>9</b>
1.1 Evoluția constructivă a excavatoarelor cu rotor.....	9
1.2 Modernizarea excavatoarelor cu rotor utilizate în România.....	17
1.3 Concluzii.....	21
<b>Capitolul II. SISTEME DE UNGERE. ANALIZA SISTEMELOR DE UNGERE A EXCAVATOARELOR CU ROTOR.....</b>	<b>22</b>
2.1 Generalități asupra lubrifierii și a sistemelor de ungere.....	22
2.2 Calculul sistemelor de ungere cu lubrifianți fluizi.....	26
2.3 Sistemele de ungere specifice excavatoarelor cu rotor E <sub>S</sub> R <sub>C</sub> -1400.....	42
2.4 Concluzii.....	46
<b>Capitolul III. ANALIZA SISTEMULUI CENTRALIZAT DE UNGERE A RULMENTULUI DE PRESIUNE AL MECANISMULUI PENTRU PIVOTAREA SUPRASTRUCTURII EXCAVATORULUI CU ROTOR.....</b>	<b>47</b>
3.1 Mecanismul de pivotare al excavatorului cu rotor.....	47
3.2 Particularități structurale și funcționale ale sistemului centralizat de ungere a rulmentului de presiune al mecanismului de pivotare.....	52
3.3 Analiza cauzelor defectelor pompelor din componența instalației de ungere a rulmentului de presiune din dotarea excavatoarelor cu rotor care influențează eficiența în lucru a acestora.....	64
3.4 Concluzii.....	69
<b>Capitolul IV. POSIBILITĂȚI DE MONITORIZARE A INSTALAȚIEI DE UNGERE CENTRALIZATĂ A MECANISMULUI PENTRU PIVOTAREA SUPRASTRUCTURII EXCAVATORULUI CU ROTOR ÎN VEDEREA CREȘTERII EFICIENȚEI LUBRIFIERII.....</b>	<b>71</b>
4.1 Metode și instalații de măsurare utilizate în cercetarea experimentală.....	71
4.2 Calculul parametrilor energiei hidraulice.....	80
4.3 Sistem de monitorizare a instalației de ungere a mecanismului de pivotare a suprastructurii excavatorului pentru controlul și eficientizarea lubrifierii.....	85
4.4 Concluzii.....	91

<b>Capitolul V. POSIBILITĂȚI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A PERFORMANȚELOR INSTALAȚIILOR HIDRAULICE DE UNGERE A EXCAVATOARELOR CU ROTOR.....</b>	<b>92</b>
5.1 Metode pentru calculul rețelei de ungere a rulmentului de presiune al mecanismului pentru pivotarea suprastructurii excavatorului.....	92
5.2 Aplicație informatică pentru calculul debitului de curgere pe conducte în vederea îmbunătățirii performanțelor instalațiilor hidraulice de ungere a excavatoarelor cu rotor.....	106
5.3 Concluzii.....	111
<b>Capitolul VI. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE.....</b>	<b>112</b>
6.1 Concluzii finale.....	112
6.2 Contribuții personale și direcții viitoare de cercetare.....	113
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXE.....</b>	<b>122</b>

# REZUMATUL TEZEI

## INTRODUCERE

Programul de reabilitare care a marcat puternic mineritul din Oltenia, în special în cariere, a determinat modernizarea și dotarea cu subansambluri și componente de fiabilitate mărită a mai multor linii tehnologice, cu toate utilajele din componența acestora.

Excavatorul cu rotor  $E_sR_c1400$ , a fost utilajul care a suferit foarte multe modificări de-a lungul timpului, care s-au realizat în diferite etape de modernizări parțiale. Am constatat că modificările sau modernizările efectuate nu sunt în același stadiu sau nu există la toate excavatoarele; în timp, a fost încercată o uniformizare a instalațiilor de ungere astfel încât acestea să fie ușor de întreținut și de aprovizionat, cu componentele care trebuiesc înlocuite.

În prezent există foarte multe variante de scheme hidraulice pentru ungerea rulmentului de presiune (al mecanismului de pivotare a suprastructurii), cu diverse elemente componente, inclusiv cu diverse tipuri de pompe.

Ca urmare, în lucrarea de față, am analizat întreruperile în funcționare constatate la excavatoarele dotate, fie cu pompele inițiale, fie cu pompe noi (diferite de cele inițiale) și am putut soluționa o serie de probleme legate de îmbunătățirea performanțelor instalațiilor hidraulice de ungere ale rulmentului de presiune a mecanismului de pivotare a suprastructurii excavatoarelor cu rotor, în vederea creșterii eficienței în lucru a acestora.

În capitolul 1 intitulat "EVOLUTIA SI MODERNIZAREA EXCAVATOARELOR CU ROTOR UTILIZATE ÎN ROMÂNIA" se prezintă rezultatele analizei, pe etape de modificări, ale acestui utilaj, începând cu anul 1967, când au fost puse în funcțiune, la cariera Cicani din bazinul Rovinari, două excavatoare de tipul  $SRs470.18/1,5$  și  $SRs470.15/1,5$ , livrate de firma Takraf din Germania.

Excavatoarele de tip  $E_sR_c 1400$ , aflate în dotarea majorității carierelor de lignit, au fost inițial de fabricație germană, iar ulterior, au fost asimilate în fabricație în România. Ca o consecință a diferitelor modificări suferite, au rezultat două tipuri de excavatoare, existente în dotarea carierelor: nemodernizate și modernizate (având simbolul M); în varianta românească a utilajului s-au luat în considerare toate îmbunătățirile constructive propuse de executanți și beneficiari, ca urmare a experienței dobândite în execuția și exploatarea acestora. Modernizările au vizat și sistemele de ungere ale mecanismelor importante ale utilajului și în special ale mecanismului de rotire a suprastructurii (traseul de conducte și pompa), ale axului

roții cu cupe (sistemul de ungere al lagărelor) și ale mecanismului de deplasare pe șenile (pompa). Etapele de modernizare nu au coincis în timp, de aceea în prezent modificările efectuate la instalațiile hidraulice ale excavatorului nu sunt în același stadiu sau nu există la toate utilajele de acest tip. Se constată o diversificare a problematicii, din punct de vedere al defecțiunilor apărute la sistemele de ungere, dar și din punct de vedere al aprovizionării cu elemente componente (pompe etc.), care determină disfuncționalități ale utilajului, deci și ale procesului de exploatare.

În capitolul 2 intitulat “SISTEME DE UNGERE. ANALIZA SISTEMELOR DE UNGERE A EXCAVATOARELOR CU ROTOR” se prezintă aspecte teoretice referitoare la sistemele de ungere, inclusiv calculul lor, în funcție de necesitățile privind debitul și presiunea de alimentare la locurile de utilizare a lubrifiantului.

Ungerea reductoarelor și a rulmenților mecanismelor de rotire ale excavatorului se realizează cu ajutorul pompelor de ulei, care fac parte din instalații complexe, cu zeci de conducte care conduc lubrifiantul spre punctele de ungere; ca urmare este necesar ca metoda de calcul, pentru întregul ansamblu să aibă la bază determinarea pierderilor de presiune / de energie pe conducte și în celelalte părți componente ale sistemului de alimentare cu lubrifiant.

Capitolul 3 intitulat ”ANALIZA SISTEMULUI CENTRALIZAT DE UNGERE A RULMENTULUI DE PRESIUNE AL MECANISMULUI PENTRU PIVOTAREA SUPRASTRUCTURII EXCAVATORULUI CU ROTOR” cuprinde prezentarea elementelor instalației de ungere a rulmentului de presiune a mecanismului de pivotare a suprastructurii, precum și analiza defecțiunilor apărute în funcționare, în cazul utilizării diferitelor tipuri de pompe (sau agregate de pompare) ce au alimentat cu lubrifiant punctele de ungere. În acest context s-a constatat că modificarea, în timp, a schemelor hidraulice și a configurației traseului de conducte s-a datorat deselor întreruperi în funcționare, provocate de circulația defectuoasă a lubrifiantului spre punctele de ungere. Diametrul inițial al conductelor (pentru ieșirea din pompa) a fost calculat la valoarea de 6mm, corespunzător pompei DII, dar o dată cu schimbarea tipului de pompă, dimensiunile conductelor, stabilite inițial s-au dovedit a fi mici; totodată, tipul configurației „traseului de conducte”(respectiv schema hidraulică) reprezintă cauza defecțiunilor (22,302 %) cu cea mai mare frecvență și cu ponderea cea mai mare a timpului de reparație (34,709 %). În cazul a folosirii unui singur tip de pompă, respectiv Afü-Z, durata de timp, consumată cu reparațiile, poate scădea de la 166,96 ore la 151,8 ore, adică cu 15,16 ore, iar întreruperile în funcționare datorate defectului „traseul de conducte” ar scădea de la 31 la 23,33 defecte.

În capitolul 4 intitulat „POSIBILITĂȚI DE MONITORIZARE A INSTALAȚIEI DE UNGERE CENTRALIZATĂ A MECANISMULUI PENTRU PIVOTAREA SUPRASTRUCTURII EXCAVATORULUI CU ROTOR ÎN VEDEREA CREȘTERII EFICIENȚEI LUBRIFIERII” se prezintă elementele componente ale instalațiilor de măsurare utilizate în cercetarea experimentală, calculul parametrilor hidraulici și sistemul de monitorizare a presiunii lubrifiantului, având la bază o schemă proprie; acest sistem de monitorizare permite obținerea în timp real a informațiilor complete privind prezența lubrifiantului la punctele de ungere și a valorii presiunii pe traseul de lubrifiere, precum și luarea deciziilor corespunzătoare în vederea eficientizării funcționării instalației de ungere a mecanismului pentru pivotarea suprastructurii.

În capitolul 5 intitulat „POSIBILITĂȚI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A PERFORMANȚELOR INSTALAȚIILOR HIDRAULICE DE UNGERE A EXCAVATOARELOR CU ROTOR” am propus o metoda de calcul a rețelei de ungere a rulmentului de presiune al mecanismului de rotire a suprastructurii excavatoarelor cu rotor și o aplicație informatică, care are la bază un algoritm programat în Matlab și care facilitează calculul debitului vehiculat pe conductele unei instalații de ungere.

Aplicația are caracter universal, putând fi utilizată în calculul debitelor în conductele ce permit vehicularea oricăror lichide, indiferent de tipul sistemului hidraulic: de transport, de acționare sau de ungere, regimul de curgere trebuind să fie însă laminar.

În capitolul 6 intitulat „CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE” sunt sistematizate concluziile rezultate în urma cercetării, contribuțiile proprii pentru realizarea temei propuse, precum și direcțiile de cercetare posibile de abordat, ca și cele pentru diseminarea aplicațiilor practice ale prezentei lucrări.

Principalele contribuții proprii sunt :

- am identificat problematica, din punct de vedere al defecțiunilor apărute, la instalațiile de ungere ale rulmentului de presiune al mecanismului pentru pivotarea suprastructurii specifice excavatoarelor cu rotor, care determină disfuncționalități ale utilajului, deci și ale procesului de exploatare; excavatorul tip EsRc1400-30/7, a suferit multe modificări de-a lungul timpului, inclusiv în ceea ce privește instalația de ungere, aceste modificări realizându-se în diferitele etape de modernizări parțiale; volumul și diversitatea direcțiilor în care se poate interveni, precum și dificultățile de procurare a unora din componentele instalației hidraulice de ungere (în special a

pompelor), au fost cauzele nerezolvării în totalitate a tuturor defecțiunilor constatate în timpul exploatării;

- am creat baza de date necesară analizei privind întreruperile în funcționare ale instalației de ungere a rulmentului de presiune, ca parte componentă a mecanismului de pivotare a suprastructurii excavatorului cu rotor, în funcție de diversele tipuri de pompe și de rețele de conducte modificate;
- am analizat ponderea timpilor de reparație pentru patru tipuri diferite de pompe și rețelele lor de conducte, prezente în structurile instalațiilor de ungere ale rulmentului de presiune, ținând seama de modificarea diametrului inițial al conductelor și al întregului traseu al acestora;
- am conceput un sistem de monitorizare a ungerii mecanismului pentru pivotarea suprastructurii excavatorului care să cuprindă un ansamblu de traductoare, de același fel, respectiv LP 668-2-Dx, cu semnal de ieșire digital și care prezintă o serie de avantaje tehnice și metrologice; se obțin în timp real, informațiile complete privind prezența lubrifianțului la punctele de ungere, precum și a valorii presiunii pe traseul de lubrifiere, pentru a putea interveni în vederea evitării întreruperilor și în scopul eficientizării funcționării instalației;
- am conceput o metodă de calcul a rețelei de ungere a rulmentului de presiune al mecanismului de rotire a suprastructurii excavatoarelor cu rotor în funcție de: structura și tipul rețelei de conducte; parametrii geometrici și hidraulici ai acestora; proprietățile fizice ale lubrifianțului. Metoda de calcul redată, a permis verificarea instalației de ungere modernizate actuale, a rulmentului de presiune;
- am creat o aplicație informatică care să faciliteze și să reducă volumul de calcul al debitului vehiculat pe conductele unei instalații de ungere; aplicația are la bază un algoritm programat în Matlab, fundamentat pe formulele de calcul ale metodei amintite anterior.

#### **DIRECȚII DE CERCETARE**

- Implementarea și utilizarea aplicației informatice pentru calculul debitului vehiculat pe conductele unei instalații de ungere ale unui echipament tehnologic, în situațiile legate de necesitatea modificării schemei hidraulice și a componentelor sale.
- În prezent, în situația în care, este necesară alegerea și procurarea unei pompe pentru instalațiile de ungere ale unui excavator cu rotor, prin utilizarea aplicației informatice se pot evita defecțiunile, respectiv întreruperile în funcționare și se poate realiza creșterea disponibilității excavatoarelor.