

Aprobat,  
Reprezentant legal  
Mateiu Sergiu Cristinel

Director proiect,  
Costin Cepișcă

<b>Nr. contract de finanțare: 260/ 17.06.2020</b>	
<b>Axa prioritară 1 - Cercetare, dezvoltare tehnologica si inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor</b>	
<b>Acțiunea 1.2.1 Stimularea cererii întreprinderilor pentru inovare prin proiecte de CDI derulate de întreprinderi individual sau în parteneriat cu institutele de CD și universități, în scopul inovării de procese și de produse în sectoarele economice care prezintă potențial de creștere</b>	
<b>Titlul proiectului: Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă destinată eficientizării extragerii resurselor energetice convenționale - INOCEM</b>	<b>ID: -</b>
	<b>MySMIS: 120032</b>

## RAPORT INTERMEDIAR nr.2

pentru

**Activitate: A1. Activități de Cercetare Industriala**

**A1.1 Studiu pentru obținerea unor metode inovative de optimizare a echipamentului destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare și stabilirea specificațiilor tehnice pentru subansambluri și echipament**

**17 septembrie 2020 - 16 octombrie 2020**

**Lider S.C. PETAL S.A.Husi**

**Partener INCDIE ICPE CA – grup cercetare IPCUP**



utilaj petrolier & metalurgic

[www.petal.ro](http://www.petal.ro)



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: [office@petal.ro](mailto:office@petal.ro)

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

## CUPRINS

	Pag.
A. OBIECTIVELE PROIECTULUI	3
B. OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII RAPORTATE	3
C. REZUMATUL SUBACTIVITĂȚII A1.1. RAPORTATA	3
D.Activitățile raportate în perioada anterioară 17 iunie 2020 – 16 septembrie 2020	9
E. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ a activităților și a rezultatelor în perioada 17 septembrie 2020 – 16 octombrie 2020	18
F. CONCLUZII	35
G. SPECIFICAȚII TEHNICE DE PROIECTARE ELABORATE	38

## A. OBIECTIVELE PROIECTULUI

Obiectivul general al proiectului constă în realizarea unui produs inovativ complex, destinat exploatării eficiente a resurselor energetice convenționale, având caracteristici funcționale semnificativ îmbunătățite prin schimbări esențiale ale specificațiilor tehnice și ale componentelor și materialelor și printr-un proces inovativ de realizare.

Integrată domeniului de specializare inteligentă *ENERGIE, MEDIU ȘI SCHIMBĂRI CLIMATICE, subdomeniul 3.1. Energie, respectiv 3.1.2. Resurse energetice convenționale, neconvenționale și regenerabile*, instalația destinată operației de cimentare și altor operațiuni speciale la sondele de petrol și gaze naturale, cu performanțe unice pentru producția unui asemenea echipament în România, ce asigură exploatarea superioară a acestor resurse convenționale de energie, cu păstrarea mediului ambient și care va contribui la creșterea calității și la diversificarea ofertei de produse moderne a liderului de proiect pe piața echipamentelor complexe destinate extracției de resurse de petrol și gaze.

### Obiectivele specifice ale proiectului sunt:

1. Obținerea prin cercetare industrială de metode inovative pentru echipamentul de cimentare și operații speciale la sonde și stabilirea specificațiilor pentru subansambluri și echipamente;
2. Realizarea și testarea subansamblurilor inovative privind acționarea electrică în curent alternativ, antrenarea mecanică și componente de uzură ale pompelor;
3. Realizarea, pe baza documentației tehnice întocmite, a echipamentului pilot utilizabil comercial și testarea în medii reprezentative;
4. Investiții în vederea introducerii în producție a rezultatelor CD, prin achiziții de active corporale și necorporale;
5. Pregătirea fluxului de fabricație și a documentației de punere în fabricație;
6. Crearea a 4 noi locuri de muncă pe durata implementării proiectului, dintre care 2 femei.

## B.OBIECTIVELE ACTIVITĂȚII RAPORTATE

**Subactivitatea A1.1** „Studiu pentru obtinerea unor metode inovative de optimizare a echipamentului destinat operatiunilor speciale si de cimentare la sondele in exploatare si stabilirea specificatiilor tehnice pentru subansambluri si echipament” are ca obiective:

- analiza produselor existente pe piata mondială, cu evidențierea nivelului tehnic al acestora, în legatură directă cu cerințele operatorilor din domeniul petrolier privitoare la operațiuni speciale la sonde;
- dezvoltarea unor soluții inovative pentru unele subansambluri ale instalației de cimentare și operații speciale la sonde (antrenarea mecanică, acționarea electrică și elemente de uzură ale pompelor) și pentru ansamblul general;
- stabilirea specificatiilor tehnice pentru elementele prevăzute cu elemente inovatoare din componența subansamblurilor mecanice și electrice, cât și pentru ansamblul general – *constituie obiectivul activității din perioada la care se referă acest raport.*



### C. REZUMATUL SUBACTIVITĂȚII A.1.1. RAPORTATĂ

Raportul acesta cuprinde rezultatele activităților desfășurate de colectivul de implementare al liderului și de cel al partenerului în perioada 17 septembrie 2020- 16 octombrie 2020 pentru îndeplinirii obiectivelor asumate privind stabilirea specificațiilor tehnice pentru elementele prevăzute cu elemente inovatoare din componența subansamblurilor mecanice și electrice, cât și pentru ansamblul general.

Activitățile și rezultatele studiului aferent activității A1.1, raportate anterior, sunt cuprinse în raportul intermediar nr.1, cu o extindere de 6 capitole.

Activitățile din etapa în curs de raportare, ce finalizează obiectivele prevăzute în activitatea A1.1, sunt cuprinse în capitolul 7 al studiului, prezentat în acest raport intermediar nr.2, alături de anexele ce cuprind specificațiile tehnice pentru elementele prevăzute cu elemente inovatoare din componența subansamblurilor mecanice și electrice, cât și pentru ansamblul general.

Capitolul 7 prezintă soluția constructivă inovativă pentru echipamentul destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare, care integrează toate elementele cu caracter de noutate identificate în cadrul Studiului.

Soluția propusă are în realizarea, prin idei inovatoare, a unui agregat de cimentare și operații speciale la sonde care să fie produs SC PETAL SA Huși. Din motive de reprezentativitate, în urma studiului, s-a decis ca soluțiile propuse să fie integrate în cadrul unui agregat, numit tip ACF 700 (presiunea de lucru 700 bar).

Elementele inovative dezvoltate în cadrul studiului, care conduc la optimizarea soluției constructive, se pot rezuma la:

- acționarea echipamentului cu motor electric asincron trifazat comandat cu convertizor static de frecvență, care înlocuiește de antrenare cu motor Diesel și transmisie Allison. Avantajele utilizării acestei soluții asigură modernizarea schemei cinematice, o reducere a costului elementelor mecanice de transmisie, posibilitatea varierii turației la pompă în limite largi, ecologizare, concluzii esențiale pentru tehnologia de lucru aplicată cu ajutorul echipamentului;

- corelarea optimă a caracteristicii presiune – debit a pompei (impusa de parametrii tehnici ai tehnologiei aplicate) cu performanțele acționării motor asincron trifazat comandat cu convertizor static de frecvență;

- integrarea unor soluții constructive moderne pentru sistemul de etansare, supapele de aspirație și refulare și plunger la pompa triplex;

- integrarea de materiale cu caracteristici superioare pentru manifoldurile de aspiratie si refulare și pentru partea hidraulica si frema pompei, în scopul cresterii rezistentei la coroziune si abraziune

- tehnologii moderne de crestere a rezistentei la coroziune si abraziune;
- solutii optime de amplasare a echipamentelor pe autosasiu.

Au fost analizate toate componentele echipamentului pentru care au fost identificate soluții inovatoare si elementele de noutate integrate, finalizând soluții care vor fi dezvoltate prin proiectare, pentru:

- a) Ansamblu Pompă triplex cu plungere
- b) Partea hidraulică a pompei:
  - *Pentru plunger*: variante constructive pentru pachetul de etansare al plungerului, solutii constructive pentru plunger, tratamente pentru protectia plungerelor metalice impotriva coroziunii si uzurii, tratamente de crestere a durabilitatii suprafetei plungerului prin depunere sub jet de plasma, utilizarea de materiale moderne identificate in studiu pentru plungere.
  - *Pentru elemente de etansare (garnituri)*: utilizarea de materiale noi, tratamente de suprafata si antifricțiune,
  - *Pentru supapa de aspirație și de refulare*: soluții constructive pentru supape, tratamente de crestere a durabilitatii pentru elementele cheie ale supapelor, utilizarea de materiale noi, aliniate la cele utilizate pe plan mondial in conditii similare de exploatare
- c) Mecanism transmisie/ motor: soluție constructivă de principiu pentru mecanismul de transmisie și soluții inovative pentru elementele componente: arbore intrare, arbore cotit, cap de cruce precum și utilizarea de materiale moderne
- d) Frema pompei: soluția constructivă de principiu pentru frema pompei cu incorporarea elementelor inovative, astfel: asigurarea protectiei si functionarii optime a partilor componente care se monteaza in interiorul ei; utilizarea de materiale moderne
- e) Sistemul de ungere: soluția constructivă de principiu pentru sistemul de ungere cu noi elemente inovative.

Specificațiile tehnice pentru elementele prevăzute cu elemente inovatoare din componența subansamblurilor mecanice și electrice, cât și pentru ansamblul general, rezultate în urma studiului, sunt prezentate în acest raport intermediar nr.2.



Aceste specificații tehnice conțin elementele inovatoare pe care membrii colectivelor de implementare de la beneficiar și de la organizația de cercetare le-au gândit, în funcție de studiul realizat al soluțiilor proprii și a celor existente pe plan mondial și al realizării preliminare de soluții constructive ce vor fi proiectate în detaliu în etapa viitoare a proiectului.

Contribuția partenerilor la activitățile raportate:

#### PETAL SA

- Specificații pentru soluție constructivă de principiu pentru mecanismul de transmisie și soluții inovative pentru elementele componente: arbore intrare, arbore cotit, cap de cruce precum și utilizarea de materiale moderne
- Stabilirea caracteristicile tehnice principale preliminate ale motorului de acționare și elaborarea specificației tehnice de proiectare motor asincron trifazat
- Stabilirea caracteristicile tehnice principale preliminate ale convertizorului de frecvență și elaborarea specificației tehnice de proiectare
- Definirea unor elemente pentru specificațiile tehnice aferente proiectării mecanismului motor/transmisie
- Elaborare în comun cu partenerul de cercetare a specificației tehnice de proiectare a sistemului de acționare cu motor asincron trifazat a echipamentului de cimentare în scopul realizării turației variabile
- Elaborare specificație tehnică sistem control, automatizare și protecții

#### INCDIE ICPE –CA

- Finalizarea specificațiilor necesare pentru variantele constructive destinate pachetului de etansare al plungerului  
Stabilire specificații pentru partea hidraulică a pompei triplex referitor la utilizarea de materiale noi, tratamente de suprafață și antifricțiune, pentru elementele de etansare
- Soluție constructivă de principiu pentru sistemul de ungere cu noi elemente inovative.
- Realizarea specificațiilor tehnice pentru pompa triplex cu plingere
- Indicarea soluțiilor inovative pentru partea mecanică și cuprinderea acestora în specificațiile tehnice de proiectare
- Realizarea specificațiilor tehnice pentru mecanism transmisie/ motor

- Colaborare la realizarea specificațiilor tehnice de proiectare pentru sistemul de acționare cu motor de curent alternativ
- Realizare specificație tehnică privitoare la tehnologii de acoperiri metalice



## D.Activitățile raportate în perioada anterioară 17 iunie 2020 – 16 septembrie 2020

**Subactivitatea A1.1** „Studiu pentru obținerea unor metode inovative de optimizare a echipamentului destinat operațiilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare și stabilirea specificațiilor tehnice pentru subansambluri și echipament” are ca obiective:

- analiza produselor existente pe piața mondială, cu evidențierea nivelului tehnic al acestora, în legătură directă cu cerințele operatorilor din domeniul petrolier privitoare la operațiuni speciale la sonde;
- dezvoltarea unor soluții inovative pentru unele subansambluri ale instalației de cimentare și operații speciale la sonde (antrenarea mecanică, acționarea electrică și elemente de uzură ale pompelor) și pentru ansamblul general;
- stabilirea specificațiilor tehnice pentru elementele prevăzute cu elemente inovatoare din componența subansamblurilor mecanice și electrice, cât și pentru ansamblul general.

Raportul intermediar nr.1 al studiului aferent activității A1.1., pentru perioada 17.06.2020-16.09.2020, a cuprins rezultatele activităților desfășurate de colectivul de implementare al liderului și de cel al partenerului.

Pentru atingerea obiectivelor enumerate, s-au analizat : procedeele aplicate în operațiile de cimentare - fisurare – acidizare, cerințele operatorilor din zona exploatării țiteiului privitoare la operațiunile speciale la sonde, stadiul actual al echipamentelor utilizate pentru operațiile speciale, problemele cu care acestea se confruntă în timpul operațiilor, factorii care contribuie la scăderea durabilității, în scopul de a se identifica soluțiile inovative de optimizare a echipamentului destinat operațiilor speciale și de cimentare care să conducă la creșterea durabilității componentelor echipamentelor și de a se stabili specificațiile tehnice pentru subansamblurile care includ idei inovative și echipament.

Rezultatele obținute sunt, în rezumat, următoarele, cu referire la capitolele din raportul intermediar nr.1 predat anterior:

**Capitolul 1** a analizat studiul elementelor generale privind activitatea de cimentare și operațiuni speciale la sonde.

**Capitolul 2** a studiat cerințe referitoare la operațiunile de cimentare și operațiuni speciale la sonde. În cadrul capitolului a fost prezentată tehnica operațiilor de cimentare și tehnica operațiilor de fisurare, acidizare, cu evidențierile:

- Operația de cimentare este definită ca operația executată cu agregate/echipamente care asigură prepararea și pomparea pastei de ciment, la pomparea fluidelor de separare și a noroiului de refulare.
- Operația de fisurare a unui strat este definită ca operația executată cu agregate în scopul deschiderii sau extinderii unor fisuri naturale, existente în strat, prin pomparea unui lichid la presiune ridicată, într-o zonă situată în jurul sondei.
- În ambele cazuri, cimentare primară și operațiuni speciale la sonda, *debitul de pompare, vâscozitatea și filtrația fluidului utilizat și presiunea necesară* sunt parametri importanți care se stabilesc prin programe speciale și care sunt asigurați de echipamente speciale destinate acestor operații.
- Echipamentele utilizate, pe lângă faptul că trebuie să asigure parametrii optimi de funcționare în vederea derulării cu succes a operațiunii, *trebuie să asigure prin componentele lor și o rezistență sporită la coroziune și abraziune*, ținând cont de faptul că fluidele implicate în aceste operații au un puternic efect coroziv și abraziv.

De asemenea, a fost realizată o analiză a celor mai importanți parametri ai operațiilor speciale la sonde, care joacă un rol important în stabilirea caracteristicilor tehnice ale echipamentelor: presiunea de fisurare și fluidele utilizate în cazul operațiilor de cimentare, respectiv de fisurare. Au fost prezentate câteva Programe de fisurare utilizate în România și fluidele de fisurare aferente.

***Se evidențiază faptul că alegerea și exploatarea echipamentelor destinate executării operațiilor speciale se face în funcție de anumite condiții specifice pe care acestea trebuie să le îndeplinească:***

***Presiunea de fisurare și debitul sunt parametri importanți pentru alegerea agregatului. În funcție de presiunea și de debitele necesare la pomparea fluidelor la adâncimea la care trebuie efectuată operația de cimentare / fisurare se calculează puterea necesară grupului de acționare, se întocmește schema cinematică a agregatului și se stabilesc caracteristicile pompei.***



*Un amestec de cimentare / fisurare eficient, presupune îndeplinirea anumitor condiții, precum utilizarea de componente adecvate procesului, nisipului ca material de susținere și a soluțiilor acide ca elemente de rupere sau spălare, elemente care au o influență majoră asupra comportării la uzare a componentelor echipamentelor destinate operațiilor de fisurare.*

*În cazul în care echipamentul este destinat în mod special preparării amestecurilor de cimentare care constau în apa și ciment, acestea vor avea o influență majoră asupra comportării vasului de amestec, elementelor de pompare și a manifoldurilor de transport.*

*În cazul în care echipamentul este destinat în mod special preparării amestecurilor de fisurare care constau în sisteme de nisip cuarțos, ceramică, acestea vor avea o influență majoră asupra comportării materialelor din care sunt construite șnecurile de transport, șnecurile dozatoarelor de aditivi și vasul de amestec, care, datorită contactului cu nisipul cuarțos, sunt supuse unui permanent efect de uzură de abraziune.*

*În cazul în care echipamentul este destinat în mod special preparării amestecurilor de acidizare care sunt pe baza de acizi, acestea vor avea o influență majoră asupra comportării materialelor din care sunt construite elementele de pompare, manifoldurile de transport, care sunt supuse unui puternic efect de coroziune.*

S-a făcut mențiunea că procesul de coroziune conduce implicit, la proasta funcționare a echipamentului și la avarierea acestuia. În acest caz, este ideal să fie practicat un management al coroziunii, care include particularități de proiectare, alegerea materialului, fabricarea, transportul, instalarea și întreținerea.

În abordarea conceptului de management, prevenirea coroziunii și controlul vor începe din faza de proiectare și vor avea în vedere predicția și măsurarea potențialului de risc.

Capitolul 3 cuprinde analiza produselor existente pe piața națională și mondială în corelație cu cerințele operatorilor din zona petrol privitoare la operațiuni speciale la sonde, cerințe prezentate pe larg în cadrul Capitolului 2.

Se prezintă principiile constructive și de funcționare ale agregatelor de cimentare – fisurare, schema cinematică de principiu a unui asemenea tip de echipament și componenta instalației de cimentare:

- În construcție normală, agregatele sunt montate pe autoșasiu, pe semiremorcă, sau pe sănii prevăzute cu posibilități de tractare și ridicare.
- Agregatele autotransportabile sunt alcătuite din următoarele echipamente de bază:



- una sau doua pompe de presiune cu plunjeri sau pistoane, care asigura parametrii tehnici normali la aspiratie naturala;
- o pompa cu roti dintate pentru alimentarea cu apa a amestecatorului / palniei de amestec ;
- o haba/rezervor de masurare impartita in doua compartimente egale cu gradatii de 100 l, protejate impotriva coroziunii; prin intermediul acestora, umpland si golind alternativ cele doua compartimente, se masoara volumul de noroi pompat in sonda pentru a plasa pasta in spatiul dorit;
- amestecator de ciment cu duze ( pentru operatia de cimentare), alimentat cu apa de catre pompa de apa;
- manifoldurile agregatului.

Pentru identificarea unor solutii tehnice cu potential inovativ s-a analizat în detaliu nivelul tehnic al echipamentelor utilizate/fabricate pe plan național, al echipamentelor utilizate de prestatorii de servicii de cimentare din tara si al echipamentelor utilizate / fabricate pe plan mondial.

S-a realizat o amplă sinteza a echipamentelor, cu evidențierea in forma tabelară a principalelor date tehnice: firma/tip echipament, tipul de amplasare: autosasiu/remorca/sanie, tipul motorului de actionare, tipul transmisiei, tipul pompei cu plungere care echipeaza instalatia, tipul pompei centrifuge si presiunea maxima de lucru. Toate aceste date sunt importante si definitorii pentru a stabili forma constructiva si parametrii tehnici ai unui echipament modern care înglobează elemente inovative competitiv pe piata.

***Analizând situația existentă pe plan mondial în ceea ce privește agregatele de cimentare, s-a concluzionat că agregatele din clasa de presiune 700bar sunt acționate de motoare având o putere între 485- 1025 CP iar cele din clasa de presiune 1000bar sunt acționate de motoare având o putere între 530-1500 CP.***

Tot in cadrul capitolului 3 este realizata o ampla analiza a pompelor cu plungere, plecand de la principiul constructiv si principul de functionare si evidentind performantele pompelor din dotarea echipamentelor/agregatelor de cimentare in functie de diametrul plungerelor utilizate si de

turația la intrare în pompa. Sunt prezentate performanțele pompelor din dotarea echipamentelor/agregatelor de cimentare fabricate atât în țară, cât și pe plan mondial.

În baza sintezei efectuate, s-au evidențiat condițiile care trebuie respectate pentru ca echipamentul să asigure parametrii optimi de funcționare în vederea derulării cu succes a operațiunii:

➤ Proiectarea agregatelor ține seama gradul de utilizare, luând în considerare un număr total de ore pentru dimensionarea rulmenților, a angrenajelor sau a altor organe, mult mai redus decât la utilaje cu o durată de funcționare continuă și sarcină constantă. Această ipoteză conduce la realizarea unor utilaje componente ale agregatului, de greutate cât mai redusă, condiție esențială pentru un agregat de pompare mobil.

Pentru un anumit debit și presiune, dimensiunile pompei, deci și greutatea ei sunt determinate de lungimea cursei și de turația arborelui cotit.

➤ Proiectarea operației de cimentare /fisurare implică și selecția și utilizarea celor mai adecvate fluide de fisurare și materiale de susținere. Cantitatea acestor componente și modul de injecție sunt esențiale pentru succesul operației.

➤ Echipamentele trebuie să asigure prin componentele lor și o rezistență sporită la coroziune și abraziune, ținând cont de faptul că fluidele implicate în aceste operații au un puternic efect coroziv și abraziv.

Tot în baza sintezei efectuate, s-a efectuat o analiză comparativă între echipamente realizate pe plan intern și extern, urmărindu-se similitudini și diferențe care pot conduce la identificarea elementelor de noutate. Rezultatele analizei indică faptul că cele mai moderne echipamente care asigură servicii pe piața mondială sunt dotate, în marea majoritate, cu :

- sistem de control și monitorizare pentru controlul parametrilor de lucru, transmiterea datelor în timp real și analiza post-job;
- sistem avansat de control al cimentului (ACC);
- sistem automat de control a densității;
- CemCAT tratament de cimentare asistat de computer;
- densitometru neradioactiv;
- rezervoare de măsurare din oțel inox;
- sistem de monitorizare a fracțiunilor solide.



**Capitolul 4** studiază diagnosticarea nivelului tehnic de funcționare în scopul identificării punctelor slabe și tendințele actuale privind creșterea durabilității echipamentelor, evidențiindu-se faptul că:

- Riscurile pot fi date de partea de acționare, de modul în care fluxul de putere este transmis în direcția satisfacerii cerințelor de presiune și debit, în vederea realizării operației de fisurare în bune condiții.
- Riscul major, care rămâne în atenție și analiză, este riscul dat de comportarea materialelor din care sunt realizate echipamentele, sub influența factorilor chimici și abrazivi, care se regăsesc în amestecurile utilizate în operațiile de cimentare / fisurare.

În baza analizei condițiilor de exploatare a echipamentelor de fisurare au fost prezentate mecanismele de degradare identificate în practică.

Au fost evidențiate *elementele componente utilizate în construcția echipamentelor de cimentare – fisurare – acidizare și a sistemului de transport, solicitările la care sunt supuse și materialele din care sunt executate:*

- ansamblul plunger – camera este supus acțiunii de coroziune;
- vasul de amestec în care se realizează omogenizarea amestecului/fluidului de fisurare, este supus atât uzării de abraziune, cât și coroziunii și este executat din oțeluri carbon de uz general și din oțeluri slab aliate;
- manifoldurile amestecătorului de nisip, care asigură transportul fluidului de fisurare sunt supuse, în cazul operațiilor de acidizare, unui important proces de coroziune și sunt executate din oțeluri inoxidabile;
- șnecurile elicoidale, care asigură transportul nisipului și al aditivilor uscați către vasul de amestec, sunt supuse uzării de abraziune. Acestea sunt executate din oțeluri carbon de uz general și din oțeluri slab aliate;

S-au evidențiat diferite posibilități de intervenție în scopul creșterii durabilității echipamentelor destinate acestor operații, în funcție de situație. De asemenea, coroborat cu literatura de specialitate, informațiile înregistrate în timp din practica operațiilor de cimentare / fisurare au condus, prin testare, la diferite soluții constructive și tehnologice utilizate la ora actuală, cum ar fi: utilizarea unor tehnologii speciale de acoperire a plungerelor, utilizarea unor oțeluri inoxidabile pe bază de Cr, Ni în special la manifoldurile sistemului de transport, utilizarea



inhibitorilor de coroziune, tratamente chimice alternative, placarea vaselor cu polietilenă de înaltă densitate.

S-au stabilit *principalele mijloace de protecție sau de reducere a intensității de uzare de abraziune, și coroziune* :

- tratarea mediului în direcția reducerii agresivității lui;
- acoperirea suprafețelor expuse coroziunii;
- aplicarea de tratamente de suprafață;
- aplicarea de tratamente termochimice;
- deplasarea potențialului electrochimic al metalului în domeniul de imunitate sau de pasivare, și au fost prezentate în contextul proceselor aplicabile.

**Capitolul 5** conține analiza critică privind identificarea unor metode inovative de optimizare a echipamentului destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare.

În cadrul capitolului au fost abordate, pe rând :

- Analiza critică privind identificarea metodelor inovative de optimizare a pompei cu plungere - Sistemul de etansare;
- Analiza critică privind identificarea metodelor inovative de optimizare a pompei cu plungere – Supapa;
- Analiza critică privind identificarea metodelor inovative de optimizare a pompei cu plungere – Plungere;

Concluzii importante pentru identificarea și stabilirea de soluții inovative de optimizare a pachetelor de etansare și implicit a echipamentului:

- ✓ *Concluzie 1:* forma în „V” a garniturii poate fi cauza degradării acesteia. Această formă ar putea fi îmbunătățită pentru a reduce concentrația și intensitatea eforturilor.
- ✓ *Concluzie 2:* trebuie îmbunătățită în special forma constructivă și caracteristicile primei garnituri.
- ✓ *Concluzie 3:* la deformări mari, în cazul cauciucului, se trece în zona plastică și astfel garnitura și etansarea sunt compromise.
- ✓ *Concluzie 4:* trebuie acordată o atenție deosebită suprafeței de contact.
- ✓ *Concluzie 5:* trebuie acordată o atenție deosebită lungimii pachetului de etansare.
- ✓ *Concluzie 6:* trebuie acordată o atenție deosebită părții din spate a garniturii.

În baza analizei efectuate și a concluziilor desprinse se evidențiază necesitatea de a avea o soluție constructivă, de a combina diferite forme constructive de garnituri, în scopul de a elimina o

serie de dezavantaje intalnite la formele utilizate de-a lungul timpului. Au fost identificate si prezentate o serie de solutii constructive noi pentru garniturile din pachetele de etansare si au fost abordati producatori de garnituri (inele de etansare) care recomanda materialele in functie de solutia constructiva a acestora, de temperatura la care sunt expuse si conditiile de lucru. Sunt prezentate pe larg materiale de ultima ora utilizate pentru executia garniturilor, tratamente de suprafata si antifricțiune recomandate pentru garniture, conditii pentru materiale.

Se analizat importanța supapelor de aspiratie si refulare in functionarea pompei cu plungere evidentiindu-se faptul ca o **serie de parametrii și condiții la limită sunt critice pentru proiectarea supapelor:**

- ✓ geometria supapei este determinată în mare măsură de parametrii procesului,
- ✓ proprietățile fluidului sunt decisive pentru proiectarea, alegerea materialului și alegerea calității suprafeței pentru piesele supapei.
- ✓ A fost identificat si se prezinta ca element de noutate, un tip de supapa care poate asigura interschimbabilitate in cazul unei reparatii urgente la sonda.

S-au analizat în studiu materialele utilizate si **tehnicele de acoperire cu straturi rezistente la coroziune si uzare** pentru a creste durabilitatea plungerului, element cheie in functionarea pompei cu plungere de presiune inalta.

A fost realizata o ampla analiza a procedeelor de pulverizare termica utilizate in ultimii ani cu rezultate foarte bune in practica executiei plungerelor.

**Capitolul 6** prezintă studiul posibilității de înlocuire a motorului Diesel de antrenare si a transmisiei Allison cu un motor electric asincron trifazat comandat cu convertizor static de frecvență, in contextul in care, unul dintre obiectivele proiectului constă în elaborarea unei soluții inovative privind acțiunea electrică a unui agregat de cimentare-fisurare ce aduce avantaje importante precum: posibilitatea reglării turației motorului, în limite largi, eliminarea șocului mecanic și de curent la pornire, concomitent cu asigurarea unui cuplu de pornire suficient de mare, posibilitatea frânării rapide a motorului, posibilitatea integrării motorului într-o buclă de reglare automată, protecție suplimentară a motorului.

Pentru alegerea soluției de acțiune de tip electric a fost prezentată schema bloc a unui sistem de acțiune electric, în care se evidențiază fluxurile informaționale și blocurile funcționale.

De asemenea, au fost prezentate sistemele de acționare electrică cu motoare asincrone și/sau cu motoare sincrone.

Din considerentele teoretice abordate în cadrul acestui capitol reiese faptul că motorul electric asincron cu convertizor static de frecvență poate fi utilizat pentru acționarea agregatului de cimentare-fisurare, cu următoarele specificații tehnice inițiale:

- funcțiile necesare a fi asigurate de echipamentul de acționare (identificare motor, detecție, temperatură stator și lagare motor, funcționare în suprasarcină, repornire automată, comandă locală sau de la distanță)
- protecții asigurate de echipamentul de acționare
- echipament de acționare
- caracteristici tehnice motor - tensiunea de intrare, frecvența tensiunii de intrare, puterea nominală, turația sincronă, clasa de izolație.



## **E. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ**

**a activităților și a rezultatelor în perioada 17 septembrie 2020 – 16 octombrie 2020**

Rezultatele sunt reunite în capitolul 7 ce face parte din raportul studiului realizat aferent activității A 1.1.

### **Capitolul 7. Solutie constructiva inovativa pentru un echipament destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare**

Soluția inovativă propusă să fie realizată în cadrul acestui proiect reprezintă un echipament destinat operațiunilor speciale și de cimentare la sondele în exploatare. Pentru reprezentativitate, în cadrul studiului s-a ales ca integrarea soluțiilor identificate să se facă la un echipament de 700 bar (presiune maximă pompa 1050 bar).

Din analiza efectuată în cadrul Capitolului 3, s-a concluzionat că agregatele din clasa de presiune 700 bar sunt acționate de motoare având o putere între 485- 1025 CP iar cele din clasa de presiune 1000 bar sunt acționate de motoare având o putere între 530-1500 CP.

În principiu, componența soluției propuse de echipament este următoarea:

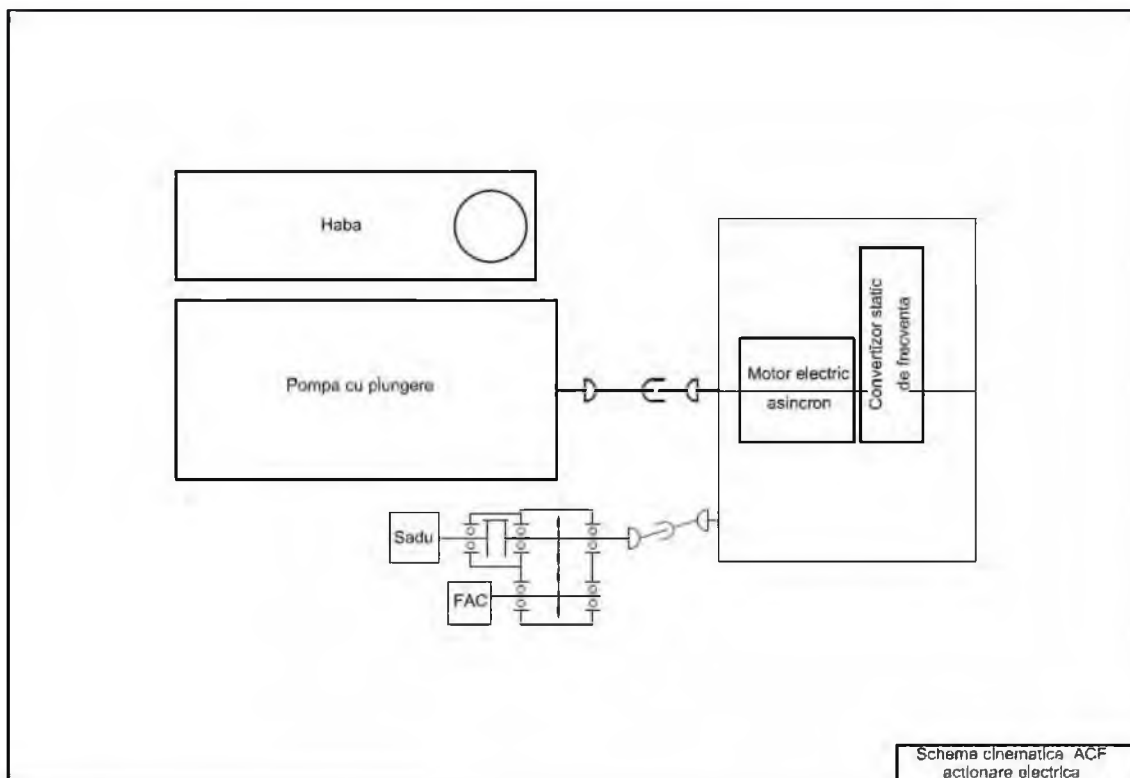
- grup acționare;
- pompa triplex de presiune cu plungere care asigură parametrii tehnici normali la aspirație naturală;
- o pompa cu roți dintate pentru alimentarea cu apă a amestecatorului / palniei de amestec ;
- o haba/rezervor de măsurare împărțită în două compartimente egale cu gradatii, protejate împotriva coroziunii (prin intermediul acestora, umplând și golind alternativ cele două compartimente, se măsoară volumul de noroi pompat în sonda pentru a plasa pasta în spațiul dorit);
- amestecator de ciment cu duze ( pentru operația de cimentare), alimentat cu apă de către pompa de apă,
- manifoldurile agregatului;
- șasiu .

Elementele inovative asimilate care conduc la optimizarea solutiei constructive sunt:

- actionarea echipamentului de catre un motor electric asincron trifazat comandat cu convertizor static de frecvență, care inlocuieste solutia clasica de antrenare cu motor Diesel si transmisie Allison;
- corelarea optima a caracteristicii presiune – debit a pompei ( impusa de parametrii tehnici ai tehnologie aplicate) cu performantele acționarii motor asincron trifazat comandat cu convertizor static de frecvență;
- integrarea unor solutii constructive moderne pentru sistemul de etansare, supapele de aspiratie si refulare si plunger identificate in cadrul studiului;
- integrarea de materiale cu caracteristici superioare si tehnologii de cresterea a rezistentei la coroziune si abraziune moderne identificate in cadrul studiului;
- integrarea de materiale identificate in cadrul studiului, cu caracteristici superioare, pentru manifoldurile de aspiratie si refulare in scopul cresterii rezistentei la coroziune si abraziune;
- integrarea de materiale identificate in cadrul studiului, cu caracteristici superioare, pentru partea hidraulica si frema pompei;
- aplicarea unei solutii optime de amplasare a echipamentelor pe autosasiu in varianta modernizata a echipamentului.

Asimilirea celor mentionate se va face cu respectarea conditiilor impuse de standardul API specificație 7K ( pentru proiectarea mecanismului de transmisie și pieselor părții hidraulice) si cu respectarea tuturor cerintelor standardelor in vigoare privind materialele utilizate si tehnologiile de cresterea a rezistentei la coroziune si abraziune identificate in studiu.

Schema cinematica a solutiei constructive propuse este prezentata in figura următoare.



• Realizarea specificațiilor tehnice pentru *Grupul de acționare*

O soluție inovativă o reprezintă înlocuirea motorului Diesel de antrenare și a transmisiei hidromecanice sau hidraulice cu un grup de acționare compus din motor asincron trifazat comandat de un convertor static de frecvență.

→ Caracteristicile tehnice principale preliminate ale motorului de acționare, necesare antrenării pompelor, sunt :

- Motor asincron trifazat;
- Tensiune intrare: 3x660VAC(+10%/-20%);
- Frecvența tensiune alimentare: 50Hz (±10%);
- Putere nominală: 550kW (737,6 CP);
- Temperatura de funcționare: -25...50°C;
- Conexiune stator: stea;
- Ventilație : forțată;



- Clasa de izolare : H;
- Regimul de functionare : S1;
- Randament 4/4 incarcare (%) : \*96;
- Cuplu maxim la 100% incarcare: \*2.5;
- Tipul de protectie anti exploziva : EExelIT3, zona2;
- Turatia sincrona: 1000 RPM;

→Actionarea standard a motorului asincron pentru acționări reglabile este asigurata de convertizorul static de frecvență (CSF).

Covertizorul este montat intr-un dulap avand dimensiunile nominale 2200x1600x800 (HxWxD), in constructie IP54, culoare RAL7035.

*Caracteristicile tehnice principale preliminate ale convertizorului sunt:*

- Tensiune nominală intrare convertizor: 3x690VAC(+10%/-20%);
- Curent nominal valoare efectivă intrare convertizor: 598A;
- Tensiune alimentare surse electronice: 230VAC (+15%)
- Curentul de iesire maxim: 860A;
- Frecventa tensiune alimentare: 50Hz (47...63Hz);
- Tensiune nominala iesire: 660-690 V;
- Frecventa iesire: 0..300Hz;
- Putere nominala: 560kW;
- Temperatura de functionare: 0...40°C;

Avantajele utilizarii acestei solutii sunt:

- posibilitatea reglării turației motorului, în limite largi;
- eliminarea șocului mecanic și de curent la pornire, concomitent cu asigurarea unui cuplu de pornire suficient de mare;
- posibilitatea frânării rapide a motorului;
- posibilitatea integrării motorului într-o buclă de reglare automată;

- protecție suplimentară a motorului (termică, la sub și supratensiune, punere la pământ, scurtcircuit, calare rotor etc.).

• **Realizarea specificațiilor tehnice pentru pompa triplex cu plunger**

Motorul asincron trifazat comandat de un convertizor static de frecvență acționează elementul cheie al echipamentului și anume, **pompa triplex cu plunger de înaltă presiune.**

Energia mecanică pe care o transmite motorul este convertită în partea hidraulică a pompei în energie hidraulică la presiunea de lucru necesară.

În principiu, pompa este concepută să funcționeze la un regim de rotații redus, asigurând o umplere adecvată a cilindrilor și la un randament volumetric mai mare de 0,9 la aspirație naturală, fără supraîncărcare. Randamentul volumetric ridicat poate fi menținut prin folosirea pompei de umplere (supraalimentare).

$$N_{ef} = (Q \cdot p) / 450 \text{ CP} \quad (1)$$

unde :

- $N_h$  este puterea hidraulică ;
- $Q$  este debitul pompei;
- $p$  este presiunea pompei.

Debitul mediu al unei pompei triplex cu simplă acțiune se exprimă prin relația:

$$Q = 3 \left( \frac{\pi D_p^2}{4} \right) s \frac{n}{60} \text{ l/s} \quad (2)$$

unde:

- $Q$  este debitul mediu al pompei;
- $D_p$  este diametrul plungerului;
- $s$  este lungimea cursei plungerului;
- $n$  este numărul curselor plungerului, curse/min;

**Debitul poate fi variat prin:**

- **schimbarea cursei**, caz rar întâlnit deoarece vorbim despre soluții constructive ale capului de cruce articulat într-o culisă, care sunt specifice pentru fiecare tip de pompă;

- *variarea numărului de curse „n”* care se realizează prin: varierea turatiei motorului de acționare, cutiei de viteze dacă este cazul, cuplajelor dacă este cazul, transformatoarelor de cuplu dacă este cazul ;

- *schimbarea diametrului plungerului*, soluție utilizată frecvent.

Presiunea este independentă de debit și se stabilește în funcție de suma caderilor de presiune de pe întregul circuit în cazul operațiilor de cimentare sau de presiunea necesară fisurării unui strat, aspect care a fost pe larg dezbătut în cadrul Cap.2.

În timpul unei curse, atât debitul cât și presiunea variază, în consecință, conform formulei (1) și puterea variază, fenomen care este nefavorabil atât pentru pompa cât și pentru motorul de acționare. Prin introducerea unei camere de echilibru puterea devine aproape constantă .

În funcție de performanțele pompei, prezentate în Tabelul următor:

debitul maxim  $Q_{max} = 2251$  l/min și presiunea aferentă  $p = 50$  bar, pentru un plunger cu diametrul de 125 mm, presiunea maximă  $p_{max} = 1050$  bar și debitul aferent  $Q = 131$  l/min pentru un plunger cu diametrul de 85 mm, s-a determinat necesarul de putere hidraulică.

Caracteristicile pompei de 1050 bar

Viteza la cutia de viteze	Nr.curse duble la pompa triplex	Presiunea nom. de lucru. (bar)				Debitul teoretic max. (l/min.)			
		Diametrul plungerelor, (mm)				Diametrul plungerelor, (mm)			
		85	100	115	125	85	100	115	125
<b><u>Agregatul de cimentare și fisurare ACF-1050</u></b>									
I	31,40	1000	700	530	450	131	181	239	283
II	42,76	710	510	390	330	178	247	326	385
III	58,01	525	380	280	240	242	335	443	523
IV	76,52	400	280	210	180	319	442	584	690
V	102,43	300	210	160	130	427	591	782	924
VI	139,48	210	150	120	100	582	805	1065	1258
VII	189,24	160	110	80	70	789	1092	1445	1707
VIII	249,60	120	80	60	50	1041	1441	1905	2251



Formula (1) devine:

$$N_h = (Q_{\max} * p) / 450 \text{ CP} \quad (3)$$

unde :

- $N_h$  este puterea hidraulica la debitul maxim;
  - $Q_{\max}$  este debitul maxim al pompei;
  - $p$  este presiunea aferenta debitului maxim;
- $N_h = 250 \text{ CP}$

In acest caz, necesarul de putere la arborele de intrare in pompa este:

$$N_{\text{intr } p} = N_h / \eta_v \eta_m = 272 \text{ CP}$$

unde:

- $\eta_v$  este randamentul volumetric al pompei – 0,97;
- $\eta_m$  este randamentul mecanic al pompei – 0,95;

In cazul de fata, cel al soluției noi de actionare si anume cu motor asincron trifazat comandat de un convertizor static de frecvență de putere 500 kW (670CP) si turatie 1000 rpm, daca legatura este directa, puterea hidraulica a pompei este :

$$N_h = N_{\text{mot}} * \eta_m = 637 \text{ CP} \quad (4)$$

***Se poate observa ca, chiar daca se merge pe performantele maxime ale pompei, exista o rezerva de putere pentru actionarea pompei centrifuge si pompei de apa, componente ale agregatului.***

Avand in vedere premiza de la care s-a plecat, situatie in care raportul de transmisie al pompei este  $i = 4,857$ , iar cursele duble la arborele pompei sunt cele din tabel, atunci turatiile necesare la arborele de intrare sunt:

$$n_m = n_m * i \quad (5)$$

unde:

- $n_m$  este numărul de curse duble la arborele pompei;
- $i$  este raportul de transmisie al angrenajului pompei.



utilaj petrolier & metalurgic

www.petal.ro



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: office@petal.ro

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

Daca luam in considerare ca turatia motorului este de 1000 rpm, atunci recomandam valoarea maxima de curse duble de 189,3 , ceea ce ne conduce la un debit maxim de 1707 l/min pentru un plunger de 125 mm.

**Rezultă că turatiile necesare la arborelui motorului vor avea valorile: 153; 208; 282; 372; 498; 678; 919; 1212 rpm.**

*Caracteristicile principale ale pompei triplex cu plungere, de presiune inalta, sunt:*

- *numarul plungerelor si actiunea: trei plungere cu dublu efect;*
- *diametrul plungerului: gama de plungere utilizate in acest caz este de 80, 100, 115, 125mm;*
- *cursa / numarul de curse duble pe minut;*
- *debitul la plungerul maxim ( l/min);*
- *presiunea la pistonul minim (bar);*

**→Pompa triplex cu simplu efect**

Pompa triplex cu simplu efect care va echipa agregatul de cimentare- fisurare ce se propune spre asimilare se va compune din următoarele subansambluri principale:

- Parte hidraulică;
- Mecanism motor;
- Frema pompei;
- Sistem de ungere a elementelor în mișcare.

Solutia constructiva de principiu a pompei propusă a intra in componenta echipamentului este prezentata in figura următoare.

de aspirație de joasă presiune și unul de refulare de înaltă presiune, cu supape și camere supapă în construcție API.

În fiecare corp hidraulic se montează câte o cămașă cilindrică în care culisează un plunger antrenat de mecanismul de transmisie printr-o tijă intermediară și o tijă a plungerului. Plungerul execută o mișcare alternativă, aspirând și refulând numai pe o singură față de unde și denumirea de simplu efect.

Cămașa cilindrică, cu acces rapid, este fixată în corpul hidraulic prin intermediul unei port cămăși fixate la rândul său prin capace filetate. Accesul la cămașă se face prin frema pompei.

Accesul la supape este asigurat prin capace înfiletate în corpurile hidraulice. Introducerea supapei de aspirație se face printr-un manșon filetat prevăzut în partea frontală a corpurilor, ghidarea acesteia fiind asigurată de un dispozitiv special prevăzut pe capacul de acces frontal. Extragerea supapei de aspirație se poate face cu un dispozitiv hidraulic, după extragerea supapei de refulare.

Aspirația fluidului în corpul hidraulic se realizează la cursa înapoi a plungerului prin colectorul de aspirație și supapa de aspirație.

Refularea fluidului se realizează la cursa înainte a plungerului prin supapa de refulare și colectorul de refulare, simultan cu închiderea automată a supapei de aspirație.

Pentru ca funcționarea să fie liniștită pe colectorul de aspirație se montează un compensator de debit cu perna de aer, de joasă presiune, iar pe colectorul de refulare un amortizor sferic de pulsații cu membrană, încărcat cu azot la o presiune proporțională cu presiunea de refulare.

Accesul la piesele de mare uzură este relativ ușor, corpul fiind prevăzut cu capace cu filete trapezoidale, iar tija plungerului legată de tija intermediară prin intermediul unor clampuri.

Partea hidraulică este fixată pe frema pompei prin intermediul unor prezoane care trebuie să reziste simultan la forțele de tracțiune de montaj, forțele generate de presiunea de pe fața plungerului, temperatura și ostilitatea mediului ambiant.





utilaj petrolier & metalurgic

www.petal.ro



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: office@petal.ro

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

**Solutiile inovative utilizate pentru partea hidraulica sunt:**

- Utilizarea unei solutii identificate in studiu pentru pachetul de etansare al plungerului si integrata in functie de conditiile ce vor fi stabilite in etapa de proiectare:
  - pentru presiuni de max 40 Mpa, pachet de etansare recomandat de firmele FLUPEC si DICHATOMATIK (cap.5);
  - pentru presiuni de max 1050 bar, pachet de etansare recomandat de Firma AXON SRL Ploiesti (cap.5);
  - pentru presiuni de max 1050 bar, pachet de etansare recomandat de Firma GRAFEX Ploiesti (cap.5);
  - pentru presiuni de max 1050 bar, pachet de etansare recomandat echipa INOCEM cu un profil modern al garniturii de etansare. (cap.5);
- Utilizarea de materiale moderne pentru elementele de etansare (garnituri), identificate in studiu (cap.5), aliniat la cele utilizate pe plan mondial in conditii similare de exploatare;
- Utilizarea de tratamente de suprafata si antifricțiune pentru garnituri, identificate in studiu (cap.5), aliniat la cele utilizate pe plan mondial;
- Utilizarea unei solutii constructive identificate in studiu pentru supape si integrata in functie de conditiile ce vor fi stabilite in etapa de proiectare (cap.5);
- pentru presiuni de max. 1050 bar, se propune ca model supapa recomandata, pentru aplicatia analizata, de firma Triangle (cap.5);
- Utilizarea de materiale moderne identificate in studiu pentru supapele de aspiratie si refulare (cap.5), aliniat la cele utilizate pe plan mondial in conditii similare de exploatare;
- pentru presiuni de max. 1050 bar, materialele sunt alese in functie proprietățile fluidului circulat, cum ar fi vâscozitatea, densitatea, presiunea de vapori, conținutul de gaz, conținutul de materiale solide, agresivitatea chimică și cerințele de curatenie;
- Utilizarea de tratamente *de crestere a durabilitatii* pentru elementele cheie ale supapelor (cap.5) ;

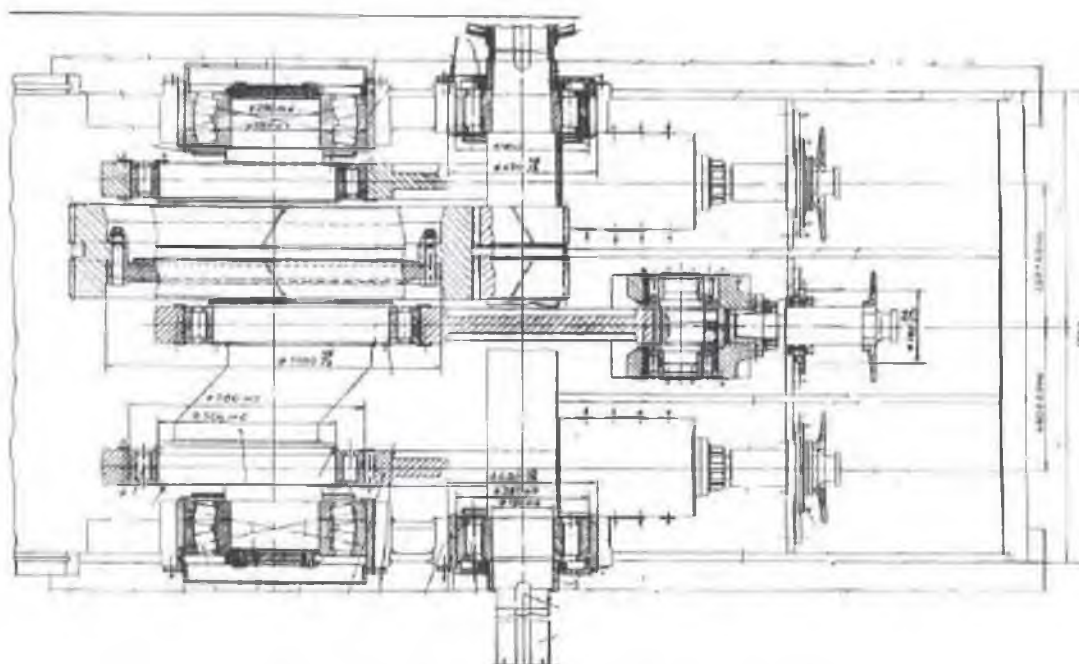
- Utilizarea unei solutii constructive identificate in studiu pentru plunger si integrata in functie de conditiile ce vor fi stabilite in etapa de proiectare (cap.5);
- Utilizarea de tratamente pentru protectia plungerelor metalice impotriva coroziunii si uzurii, identificate ca elemente de noutate in studiu (cap.5);
- Utilizarea de tratamente de crestere a durabilitatii suprafetei plungerului prin depunere sub jet de plasma (cap.5); Pentru aplicatia de fata firma Plasma Jet recomanda:
  - metalizare HVOF cu carbura de wolfram in conditiile:
    - Viteza jetului: 2200-2500 m/s;
    - Temperatura jetului: 1800° C pentru F=kerosen
    - Viteza particulei: 600-800 m/s;
    - Taria legaturii:> 82 MPa;
    - Duritatea stratului depus: 1200-1350 HV;
    - Porozitate strat:< 1%;
  - metalizare HVOF cu oxid de crom in jet de plasma atmosferica in conditiile:
    - Viteza jetului: 3050 m/s;
    - Temperatura jetului de plasma: 12.000 - 16.000°C;
    - Viteza particulei: 400-600 m/s;
    - Taria legaturii:>55MPa;
    - Duritatea stratului depus: 1350-1400 HV;
    - Porozitate strat: 3-5 %.
- Utilizarea de materiale moderne identificate in studiu pentru plungere (cap.5.), avand in vedere comportarea materialului de substrat pentru diferite tratamente aplicabile;

- Realizarea specificațiilor tehnice pentru *Mecanism transmisie/ motor*

Pentru antrenarea plugerului în frema pompei este prevăzut un mecanism de transmisie.

Mecanismul poate fi acționat de motoare de antrenare printr-o transmisie prin lanțuri, pe ambele părți ale pompei.

Soluția constructivă de principiu a mecanismului de transmisie este prezentată în de mai jos.



Soluție constructivă mecanism transmisie / motor

Arborele de intrare (axul pinion) al mecanismului antrenează arborele cotit prin intermediul unui angrenaj cilindric cu dinții înclinați cu dantura în „V”, tratată termic și rectificată.



Arborele cotit este static nedeterminat și are montat pe el prin intermediul unor rulmenți cu role cilindrice trei biele identice, fiecare acționând prin intermediul unui bolț montat pe rulmenți în capul de cruce.

În capul de cruce, care culisează în glisierile fremei, este montată tija intermediară care acționează prin intermediul clampurilor amintite, tija plungerului. Legătura dintre capul de cruce și tija intermediară este conform API STD. 7K.

Mișcarea alternativă a capetelor de cruce și deci și a plungerului se realizează prin transformarea mișcării de rotație a arborelui cotit în mișcare de translație, prin mecanismul bielă – manivelă (maneton). Bielele sunt de tipul cu ochi mare deschis, sprijinite prin intermediul rulmenților pe arborele cotit, fixate pe bolț și sprijinite pe rulmenți în capul de cruce.

Arborele cotit este realizat din oțel aliat turnat, din două piese între care se montează flanșa coroanei dințate realizată prin forjare.

Atât arborele pinion cât și arborele cotit se montează în fremă prin intermediul a câte doi rulmenți cu role cilindrice și respectiv, doi rulmenți radiali axiali cu role butoi, montați în casete demontabile.

Pentru protecția mecanismului împotriva pătrunderii noroiului în baia de ulei, pe fiecare tijă intermediară sunt montate sisteme de etanșare și discuri de protecție din cauciuc.

Mecanismul transmisie are ungere mixtă: prin presiune și barbotaj.

Optimizarea soluției constructive a mecanismului motor se realizează prin:

- Utilizarea de soluții constructive pentru principalele parti componente: arbore intrare, arbore cotit, cap de cruce, conform cerintelor API 7K;
- Utilizarea de materiale moderne aliniat la cele utilizate pe plan mondial in conditii similare de exploatare;

→ *Frema pompei*

Soluția constructivă de principiu a fremei pompei este prezentată în figura de mai jos

## G. SPECIFICATII TEHNICE DE PROIECTARE ELABORATE



utilaj petrolier & metalurgic

[www.petal.ro](http://www.petal.ro)



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: [office@petal.ro](mailto:office@petal.ro)

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825  
lei

## Specificație tehnică agregat de cimentare si fisurare

Proiect: SISTEM DE ACTIONARE MOTOR DE CURENT ALTERNATIV CU  
TURATIE VARIABILA PENTRU AGREGATELE DE CIMENTARE

### Cuprins

<b>1. Generalități</b>	XX
1.1. Obiect și domeniul de activitate	XX
1.2. Standarde, norme și reglementări de referință	XX
<b>2. Condiții tehnice</b>	XX
2.1. Descrierea generală a echipamentului	XX
2.2. Condiții privind asigurarea calității	XX
<b>3. Cerințe tehnice specifice</b>	XX
<b>4. Teste și verificări</b>	XX
<b>5. Controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune</b>	XX
<b>6. Ambalare și transport</b>	XX
<b>7. Etichetele</b>	XX
<b>8. Garanții</b>	XX
<b>9. Recepția</b>	XX





utilaj petrolier & metalurgic

[www.petal.ro](http://www.petal.ro)



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: [office@petal.ro](mailto:office@petal.ro)

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

## 1. Generalități

### 1.1. Obiect și domeniul de activitate

Prezenta specificație tehnică se referă la condițiile tehnice privind agregatele de cimentare și fisurare.

Specificația tehnică se aplică pentru proiectarea, achiziția, recepția și punerea în funcțiune a agregatului de cimentare și fisurare.

Agregatele de cimentare sunt utilizate la prepararea și pomparea pastei/ suspensiilor de ciment (operațiuni de cimentare), la pomparea fluidelor de separare și a noroiului de refulare și la alte operațiuni speciale (fisurare, echilibrare).

În construcție normală, agregatele sunt montate pe autoșasiu, pe semiremorcă, sau mai rar, în cazul forajului marin, locațiilor izolate sau îndepărtate, pe șanii prevăzute cu posibilități de tractare și ridicare.

Agregatele autotransportabile sunt alcătuite din următoarele echipamente de bază:

- grup acționare;
- una sau două pompe de presiune cu plunjere sau pistoane, care asigură parametrii tehnici normali la aspirație naturală.
- o pompă cu roți dințate pentru alimentarea cu apă a amestecatorului / pâlniei de amestec;
- o haba/rezervor de măsurare împărțit în două compartimente egale cu gradatii de 100l, protejate împotriva coroziunii; prin intermediul acesteia, umplând și golind alternativ cele două compartimente, se măsoară volumul de noroi pompat în sondă pentru a plasa pasta în spațiul dorit;
- amestecator de ciment cu duze ( pentru operația de cimentare), alimentat cu apă de către pompa de apă,

- manifoldurile agregatului.

Schema agregatului de cimentare este următoarea:

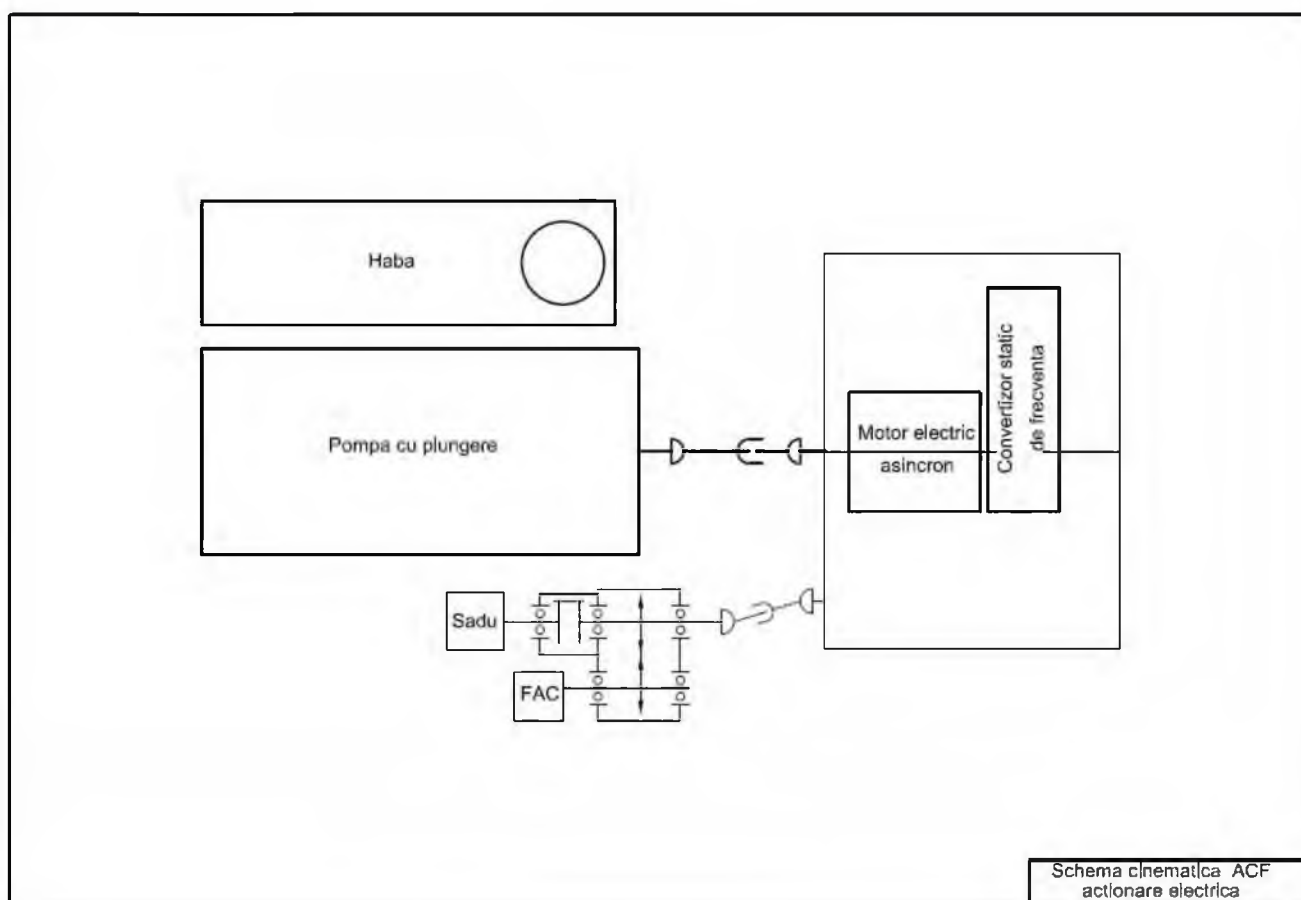


Fig. 1. Schema cinematică agregat de cimentare

## 1.2. Standarde, norme și reglementări de referință

- API SPEC 7K cu privire la echipamentele instalațiilor de foraj și intervenție;
- SR EN ISO 15607-1:2004 Specificația și calificarea procedurilor de sudare pentru materiale metalice. Reguli generale.
- SR EN ISO 10012:2004 Sisteme de management al măsurării. Cerințe pentru procese și echipamente de măsurare.
- SR EN 22768-1:1995 Toleranțe generale. Partea 1: Toleranțe pentru dimensiuni generale și unghiulare fără indicarea toleranțelor individuale.
- SR EN 22768-2:1995 Toleranțe generale. Partea 2: Toleranțe geometrice pentru elemente fără indicarea toleranțelor individuale.
- Legea nr. 608/ 2001 Legea privind evaluarea conformității produselor, cu modificările și completările ulterioare.
- SR EN ISO 9001:2015 - Sisteme de management al calității.

Prezenta specificație tehnică a fost elaborată cu respectarea principalelor norme juridice care reglementează direct activitatea de protecția muncii, după cum urmează:

- Normele metodologice de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319 / 2006;
- Hotărârea de Guvern nr. 1091 din 16 / 08 / 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă ;
- Hotărârea de Guvern nr. 1050 din 09 / 08 / 2006 privind cerințele minime pentru asigurarea securității și sănătății lucrătorilor din industria extractivă de foraj.
- Hotărârea de Guvern nr. 1048 din 09 / 08 / 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizare de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă.



Punerea în funcțiune a instalațiilor de bază pentru forajul sondelor, precum și a celor auxiliare se face în baza avizului comisiei de recepție care va consemna în procesul verbal că sunt asigurate condițiile pentru exploatarea acestora în deplină securitate a muncii. Este interzisă pornirea instalațiilor sub rezerva completării ulterioare a măsurilor de securitate a muncii.

În cazul producerii de accidente de muncă în timpul execuțiilor de montaj sau în timpul timpul exploatării, reviziilor/reparațiilor, executantul și, respectiv clientul, se vor îngriji de acordarea primului ajutor aplicând procedurile corespunzătoare prevăzute în ghidul " Primul ajutor la locul accidentului", editat de Ministerul Muncii și Protecției Sociale-Departamentul Protecția Muncii.

## 2. Condiții tehnice

### 2.1. Descrierea generală a echipamentului

Agregatul de cimentare cu presiune maxima la pompa 1050 bar este o unitate mobilă concepute pentru a efectua la sonda operatiuni de cimentare, fisurare, echilibrare, presiune, stingere, acidizare. In executie normala, agregatul este amplasat pe autoșasiu, ales de beneficiar (de tip: Mercedes Benz, MAN ,VOLVO, Beiben, TATRA, ROMAN sau KRAZ).

Agregatul este dotat cu pompe triplex cu plungere de înalta presiune (1 buc sau 2 buc) care asigura parametrii tehnici normali la aspiratie naturala. Pompele sunt concepute unitar, asigurand raportul optim între putere si debitul de refulare, cu facilitati in ceea ce priveste interschimbabilitatea.

Puterea necesara antrenarii pompei triplex cu plungere este furnizata de un **grup de acționare compus din motor asincron trifazat comandat de un convertizor static de frecvență**

Agregatul este echipat cu un rezervor de masurare din otel cu doua compartimente independente, egale, protejate impotriva coroziunii.

Pentru operațiunile de cimentare, agregatul este prevăzut cu un amestecator de ciment cu trei duze, alimentat cu apă de către pompa de apă. Amestecatorul poate funcționa cu una, două sau toate trei duzele, asigurând 100 tone amestec/oră.

Comenzile agregatului sunt centralizate și se pot efectua de pe podestul amplasat în jurul pupitrului de comandă. La pupitrul de comandă sunt montate atât aparatele de urmărire a funcționării pompei cu plungere și a pompei de apă, cât și cele necesare urmăririi funcționării motorului de acționare. Pentru urmărirea presiunii de refulare, agregatele sunt prevăzute cu manometre cu izolator de mediu și amortizor, montate pe colectorul de refulare al pompei.

Manifoldurile agregatului asigură:

- aspirația pompei cu plungere din fiecare compartiment al rezervorului de măsurare, din cada pentru lapte de ciment sau de la o sursă exterioară, pe ambele laturi ale agregatului;
- refularea pompei cu plungere spre gura sondei, pe șterp în rezervorul de măsurare sau în exterior. Refularea pe șterp se realizează printr-o duză reglabilă, comandată manual, care permite o scurgere lentă și controlată a presiunii;
- alimentarea fiecărui compartiment al rezervorului de măsurare de la sursă exterioară, precum și golirea independentă a fiecărui compartiment;
- aspirația pompei de apă din fiecare compartiment la rezervorul de măsurare și refulare spre amestecator printr-un sistem de distribuție al apei spre duzele amestecatorului și de recirculare a plusului de debit în aspirație.

Pentru protejarea la suprapresiuni, manifoldul de refulare este dotat cu supapă de siguranță cu cui de forfecare, iar manifoldul pompei de apă cu siguranță cu resort.

Pentru funcționarea în timpul nopții, agregatele sunt dotate cu trei corpuri de iluminat de 24V, putând fi dirijate spre locurile care necesită o supraveghere atentă.

Compoziția agregatului de cimentare este următoarea:

- Autoșasiu;
- Motor electric asincron;
- Rezervor măsurare;
- Pompa triplex.

Datele și performanțele tehnice prevăzute sunt următoarele:

Viteza la cutia de viteze	Nr.curse duble la pompa triplex	Presiunea nom. de lucru, (bar)				Debitul teoretic max. (l/min.)			
		Diametrul plungerelor, (mm)				Diametrul plungerelor, (mm)			
		85	100	115	125	85	100	115	125
<b>Aregatul de cimentare și fisurare</b>									
I	31,40	1000	700	530	450	131	181	239	283
II	42,76	710	510	390	330	178	247	326	385
III	58,01	525	380	280	240	242	335	443	523
IV	76,52	400	280	210	180	319	442	584	690
V	102,43	300	210	160	130	427	591	782	924
VI	139,48	210	150	120	100	582	805	1065	1258
VII	189,24	160	110	80	70	789	1092	1445	1707
VIII	249,60	120	80	60	50	1041	1441	1905	2251

### Specificatii tehnice componente echipament:

#### I. Echipament de actionare

a) **Dulap**: dimensiuni minime 2200x1600x800 (HxWxD), in constructie IP54, culoare RAL7035, echipat cu urmatoarele componente:

- convertizor de curent alternativ 560kW ;
- intreruptor automat tip ACB, 800A, 690V, 55kA, bobina de minima tensiune, bobina de anclansare si bobina de declansare;
- sigurante protectie semiconductori, aR , 630A, 690V;
- reactanta de comutatie, 630A, 50Hz, 690V, uk=4%;
- rezistenta anticondens, 400W, 230V;
- transformator de comenzi, 690V/230V;



## 6. Ambalare și transport

Ambalajul va fi marcat vizibil conform reglementarilor în vigoare.

Toate coletele vor avea indicată greutatea și modul corect de ridicare și manipulare.

Toate

marcajele de pe colete vor fi clare și rezistente la umiditate.

Sistem de ridicare : urechi de prindere, demontabile

Echipamentul care urmează să fie livrat în conformitate cu această specificație tehnică, va fi pregătit pentru livrare astfel încât să fie mănuit ușor și să se împiedice orice deteriorare în timpul transportului și depozitării.

Transportul agregatelor poate fi efectuat pe calea ferată, cu ajutorul transportului maritim și pe drumurile publice.

## 7. Etichetele

Etichetele de identificare de pe echipamente trebuie scrise în limba română (engleză), în mod clar și concis și vor conține următoarele date:

- fabrica producătoare,
- tipul produsului,
- seria, anul de fabricație,
- numărul de identificare al produsului și alte date în concordanță cu standardele aplicate.

Etichetele trebuie să fie din materiale care să nu provoace stergerea literelor, trebuie executate din material necoroziv, și se vor fixa cu șuruburi sau nituri tratate anticoroziv.

Toate aparatele vor avea indicată greutatea și modul corect de ridicare și manipulare.

## 8. Garanții

Furnizorul trebuie să garanteze funcționarea corespunzătoare a echipamentului pentru o perioadă minim de funcționare de la livrare.

Furnizorul trebuie să repare și să furnizeze pe propria lui cheltuială părțile și echipamentul necesar pentru remedierea oricărui defect care apare în timpul perioadei de garanție din vina sa.

Toate piesele de schimb și consumabilele necesare pe perioada de garanție vor fi livrate fara costuri.

## 9. Receptia

Recepția mărfii se va face la beneficiar, în prezența unui reprezentant al furnizorului. Marfa va fi însoțită de următoarele documente în limba română (engleză), în trei exemplare:

- documentul de certificare a calității;
- documentul de garanție;
- buletin de verificare și încercare în fabrică;
- teste tip si de rutină.

## Specificație tehnică motor electric asincron trifazat

### Cuprins

<b>1. Generalități</b>	XX
1.1. Obiect și domeniul de activitate	XX
1.2. Standarde, norme și reglementări de referință	XX
<b>2. Specificatii tehnice</b>	XX
<b>3. Cerințe tehnice specifice</b>	XX
<b>4. Teste și verificări</b>	XX
<b>5. Controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune</b>	XX
<b>6. Ambalare și transport</b>	XX
<b>7. Etichetele</b>	XX
<b>8. Garanții</b>	XX
<b>9. Recepția</b>	XX





utilaj petrolier & metalurgic

www.petal.ro



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: office@petal.ro

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825  
lei

## 1. Generalități

### 1.1. Obiect și domeniul de activitate

Prezenta specificație tehnică se referă la condițiile tehnice ale motorului electric de tip asincron trifazat

Specificația tehnică se aplică pentru proiectarea, achiziția, recepția și punerea în funcțiune a motorului electric.

### 1.2. Standarde, norme și reglementări de referință

- API SPEC 7K cu privire la echipamentele instalațiilor de foraj și intervenție;
- SR EN ISO 15607-1:2004 Specificația și calificarea procedurilor de sudare pentru materiale metalice. Reguli generale.
- SR EN ISO 10012:2004 Sisteme de management al măsurării. Cerințe pentru procese și echipamente de măsurare.
- SR EN 22768-1:1995 Toleranțe generale. Partea 1: Toleranțe pentru dimensiuni generale și unghiulare fără indicarea toleranțelor individuale.
- SR EN 22768-2:1995 Toleranțe generale. Partea 2: Toleranțe geometrice pentru elemente fără indicarea toleranțelor individuale.
- Legea nr. 608/ 2001 Legea privind evaluarea conformității produselor, cu modificările și completările ulterioare.
- SR EN ISO 9001:2015 - Sisteme de management al calității.

Prezenta specificație tehnică a fost elaborată cu respectarea principalelor norme juridice care reglementează direct activitatea de protecția muncii, după cum urmează:

- Normele metodologice de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319 / 2006;

Beneficiarul va decide asupra cantității de piese de schimb pe care le va achiziționa, pe baza listei și a preturilor prevazute de ofertant.

#### **5. Controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune**

Ofertantul va preciza și propune spre aprobare beneficiarului serviciile pentru controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune a echipamentului.

#### **6. Ambalare și transport**

Ambalajul va fi marcat vizibil conform reglementarilor în vigoare.

Toate coletele vor avea indicată greutatea și modul corect de ridicare și manipulare. Toate marcajele de pe colete vor fi clare și rezistente la umiditate.

Sistem de ridicare : urechi de prindere, demontabile

Echipamentul care urmează să fie livrat în conformitate cu această specificație tehnică, va fi pregătit pentru livrare astfel încât să fie mânuit ușor și să se împiedice orice deteriorare în timpul transportului și depozitării.

Transportul poate fi efectuat pe calea ferată, cu ajutorul transportului maritim și pe drumurile publice.

#### **7. Etichetele**

Etichetele de identificare trebuie scrise în limba română (engleză), în mod clar și concis și vor conține următoarele date:

- fabrica producătoare,
- tipul produsului,
- seria, anul de fabricație,
- numărul de identificare al produsului și alte date în concordanță cu standardele aplicate.

#### **8. Garanții**

Furnizorul trebuie să garanteze funcționarea corespunzătoare a echipamentului pentru o perioadă minimă de funcționare de la livrare.

Furnizorul trebuie să repare și să furnizeze pe propria lui cheltuială părțile și echipamentul necesar pentru remedierea oricărui defect care apare în timpul perioadei de garanție din vina sa. Toate piesele de schimb și consumabilele necesare pe perioada de garanție vor fi livrate fără costuri.



utilaj petrolier & metalurgic

[www.petal.ro](http://www.petal.ro)



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: [office@petal.ro](mailto:office@petal.ro)

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

## 9. Receptia

Recepția mărfii se va face la beneficiar, în prezența unui reprezentant al furnizorului. Marfa va fi însoțită de următoarele documente în limba română (engleză), în trei exemplare:

- documentul de certificare a calității;
- documentul de garanție;
- buletin de verificare și încercare în fabrică;
- teste tip și de rutină.





utilaj petrolier & metalurgic

[www.petal.ro](http://www.petal.ro)



Tel: 0040235/481781  
Fax: 0040235/481342

Adresa: Huși-Vaslui, Str. A. I. Cuza nr.99, 735100 România  
E-mail: [office@petal.ro](mailto:office@petal.ro)

ORC: J37/191/2003  
CUI: RO841186  
Capital social: 2.971.825 lei

## Specificație tehnică sistem de control, automatizare si protectii

### Cuprins

<b>1. Generalități</b>	XX
1.1. Obiect și domeniul de activitate	XX
1.2. Standarde, norme și reglementări de referință	XX
<b>2. Specificatii tehnice</b>	XX
<b>3. Cerințe tehnice specifice</b>	XX
<b>4. Teste și verificări</b>	XX
<b>5. Controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune</b>	XX
<b>6. Ambalare și transport</b>	XX
<b>7. Etichetele</b>	XX
<b>8. Garanții</b>	XX
<b>9. Recepția</b>	XX

## 1. Generalități

### 1.1. Obiect și domeniul de activitate

Prezenta specificație tehnică se referă la condițiile tehnice îndeplinite de sistemul de control, automatizare, monitorizare și protecții la echipamentul de cimentare cu soluție electrică motor asincron de curent alternativ.

### 1.2. Standarde, norme și reglementări de referință

- API SPEC 7K cu privire la echipamentele instalațiilor de foraj și intervenție;
- SR EN ISO 10012:2004 Sisteme de management al măsurării. Cerințe pentru procese și echipamente de măsurare.
- SR EN 22768-1:1995 Toleranțe generale. Partea 1: Toleranțe pentru dimensiuni generale și unghiulare fără indicarea toleranțelor individuale.
- SR EN 22768-2:1995 Toleranțe generale. Partea 2: Toleranțe geometrice pentru elemente fără indicarea toleranțelor individuale.
- Legea nr. 608/ 2001 Legea privind evaluarea conformității produselor, cu modificările și completările ulterioare.
- SR EN ISO 9001:2015 - Sisteme de management al calității.

Prezenta specificație tehnică a fost elaborată cu respectarea principalelor norme juridice care reglementează direct activitatea de protecția muncii, după cum urmează:

- Normele metodologice de aplicare a Legii securității și sănătății în muncă nr. 319 / 2006;
- Hotărârea de Guvern nr. 1091 din 16 / 08 / 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă ;
- Hotărârea de Guvern nr. 1050 din 09 / 08 / 2006 privind cerințele minime pentru asigurarea securității și sănătății lucrătorilor din industria extractivă de foraj.

- Hotărârea de Guvern nr. 1048 din 09 / 08 / 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizare de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă.

Punerea în funcțiune a instalațiilor de bază pentru forajul sondelor, precum și a celor auxiliare se va face în baza avizului comisiei de recepție care va consemna în procesul verbal că sunt asigurate condițiile pentru exploatarea acestora în deplină securitate a muncii. Este interzisă pornirea instalațiilor sub rezerva completării ulterioare a măsurilor de securitate a muncii.

În cazul producerii de accidente de muncă în timpul execuțiilor de montaj sau în timpul timpul exploatarei, reviziilor/reparațiilor, executantul și, respectiv clientul, se vor îngriji de acordarea primului ajutor aplicând procedurile corespunzătoare prevăzute în ghidul , "Primul ajutor la locul accidentului", editat de Ministerul Muncii și Protecției Sociale-Departamentul Protecția Muncii.

## 2. Specificatii tehnice

Echipamentul de cimentare inovativ (echipamentul electric de actionare, agregatul de cimentare si auxiliarele acestuia) este controlat si monitorizat de sistemul de comanda compus din:

- pupitrul de comanda si monitorizare;
- echipamentul de automatizare.

Mărimi de intrare sistem, afisate pe panoul de comanda:

- stare convertizor (pornit, oprit, avarie, alarma, etc);
- comanda convertizor (start, stop, valoare turatie, etc);
- turatie motor actionare;
- curent motor actionare;
- tensiune motor actionare;
- frecventa motor actionare;
- temperatura motor actionare;
- temperatura convertizor actionare;
- impunere motor actionare;
- protectii active convertizor;



- **Protectii in tensiune:** urmaresc reducerea amplitudinilor accidentale ale tensiunilor sub care semiconductoarele lucreaza, date fiind limitele constructive ale acestora in dorinta de a nu le distruge.

Sistemul va functiona in exterior imbarcat pe autotransportor.

### Condiții privind asigurarea calității

Se va prezenta documentatia prin care se dovedeste certificarea sistemului calitatii pentru componentelor sale în conformitate cu reglementarile ISO 9001+ISO 9004 sau similare.

### 3. Cerințe tehnice specifice

Se vor avea în vedere si următoarele aspecte :

Sistemul trebuie astfel executat încât să respecte toate standardele în vigoare.

Nota: Echipamentele care fac obiectul Caietului de Sarcini vor fi certificate din punct de vedere al securității muncii, astfel încât operațiile normale de exploatare și întreținere să poată fi executate în condiții de securitate pentru operatori.

### 4. Teste și verificări

Echipamentele vor avea toate testele si verificarile facute in concordanta cu standardele în vigoare.

Echipamentele vor fi supuse în fabrica constructoare testelor de tip si de rutină.

Ofertantul trebuie să transmită beneficiarului certificatele tuturor testelor. Buletinele de încercare vor însoți echipamentul la livrare.

Ofertantul trebuie să prezinte lista cu piesele de schimb și de rezervă, și separat lista cu aparatul în vederea instalării initiale si a mentenantei ulterioare, pe care le recomanda.

### 5. Controlul instalării, încercării și punerii în funcțiune

Ofertantul va preciza și propune spre aprobare beneficiarului serviciile pentru controlul instalării, încercării si punerii în funcțiune a echipamentului.

### 6. Ambalare și transport

Ambalajul va fi marcat vizibil conform reglementarilor în vigoare.

Toate coletele vor avea indicată greutatea și modul corect de ridicare și manipulare. Toate marcajele de pe colete vor fi clare și rezistente la umiditate.

Sistem de ridicare : urechi de prindere, demontabile

Transportul poate fi efectuat pe calea ferată, cu ajutorul transportului maritim și pe drumurile publice.

## 7. Etichetele

Etichetele de identificare trebuie scrise în limba română (engleză), în mod clar și concis și vor conține următoarele date:

- fabrica producătoare,
- tipul produsului,
- seria, anul de fabricație,
- numărul de identificare al produsului și alte date în concordanță cu standardele aplicate.

## 8. Garanții

Furnizorul trebuie să garanteze funcționarea corespunzătoare a echipamentului pentru o perioadă minimă de funcționare de la livrare.

Furnizorul trebuie să repare și să furnizeze pe propria lui cheltuială părțile și echipamentul necesar pentru remedierea oricărui defect care apare în timpul perioadei de garanție din vina sa. Toate piesele de schimb și consumabilele necesare pe perioada de garanție vor fi livrate fără costuri.

## 9. Recepția

Recepția mărfii se va face la beneficiar, în prezența unui reprezentant al furnizorului. Marfa va fi însoțită de următoarele documente în limba română (engleză), în trei exemplare:

- documentul de certificare a calității;
- documentul de garanție;
- buletin de verificare și încercare în fabrică;
- teste tip și de rutină.

## SPECIFICATIE TEHNICA

### TEHNOLOGII INOVATIVE ACOPERIRI METALICE

#### 1. Obiect și domeniul de activitate

Prezenta specificație tehnică se referă la tehnologii inovative ce pot fi cuprinse în proiectarea subansamblurilor mecanice ale echipamentului de cimentare pentru reducerea uzurii suprafețelor.

#### 2. Tipuri de tehnologii inovative în straturi subțiri de durificare și reducere a uzurii :

- acoperire de tip pulverizare catodică (magnetron sputtering)
- tehnologii de vaporizare termică în vid,
- evaporare cu fascicul de electroni.

#### 3 .Grosime depunere strat: fracțiuni nanometru...micron

#### 4. Caracteristici instalație de depunere:

- incinta de vid, în care are loc depunerea controlată de material pe piesă, sub acțiunea câmpului stabilit între anod și catod.
- blocul pompelor de vidare ce asigură calitatea necesară a vidului în incinta de depunere de mari dimensiuni.
- blocul de alimentare cu gaze de lucru funcție de tipul depunerii;
- blocul funcțional al surselor de putere ce asigură toate tipurile de alimentare cu energie pentru procesul tehnologic;
- blocul central de comandă care permite urmărirea automată a procesului tehnologic de depunere, cu posibilități de optimizare în timp real.



## 5. Elemente de proiectare:

- Randamentul pulverizării catodice,  $S$ , reprezintă rata de îndepărtare a atomilor de la suprafața țintei datorită bombardării ionice și este definită ca fiind numărul mediu de atomi îndepărtați de pe suprafața unui solid raportat la numărul de ioni incidenti:

$$S = \frac{\text{atomi sau molecule ejectate}}{\text{ioni incidenti}}$$

- energia maximă posibilă transferată:

$$T_m = \frac{4M_i M_t}{(M_i + M_t)^2} E_i$$

unde  $M_i$  și  $M_t$  sunt masele atomice ale ionilor incidenti și ale țintei exprimate în grame, iar

$E_i$  energia ionilor incidenti.