

Aprobat,
Reprezentant legal
Rățoi Viorel

Director proiect,
Cucoș Iulian

Nr. contract de finanțare: 260/ 17.06.2020

Axa prioritară 1 - Cercetare, dezvoltare tehnologica si inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor

Acțiunea 1.2.1 Stimularea cererii întreprinderilor pentru inovare prin proiecte de CDI derulate de întreprinderi individual sau în parteneriat cu instituttele de CD și universități, în scopul inovării de procese și de produse în sectoarele economice care prezintă potențial de creștere

Titlul proiectului: Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă destinată eficientizării extragerii resurselor energetice convenționale - INOCEM

ID: -

MySMIS: 120032

RAPORT FINAL A 2.3.

Perioada 17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023

Activitate: A2. Activitatile de Dezvoltare Experimentala

Subactivitatea: A2.3. Testarea echipamentului pilot utilizabil comercial in medii reprezentative pentru conditii de functionare reale

17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023

Lider S.C. PETAL S.A. Husi

Partener ICPE CA – grup cercetare IRCUP

Cuprins	pag.
A. Obiectivele proiectului	4
B. Obiectivele subactivității A 2.3	5
C. Rezumatul subactivității A 2.3	7
D. Descrierea științifică și tehnică a activităților din perioada pentru care se realizează predarea (17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023)	8
Cap. 1. Intocmirea documentelor insotitoare ale instalatiei	9
Cap. 2. Testarea propriu zisa a instalatiei de cimentare	15
Cap. 3. Plan de control al calitatii si de testare componente mecanice si componente de uzura pompa din cadrul Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă.	28
1. Plan de control al calitatii si de testare piese (detaliat in Anexa nr. 7)	28
2. Procedurile testare pompe mecanice de cimentare	101
Cap. 4. Testare componente mecanice si componente de uzura pompa din cadrul Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă.	150
1. Testarea pompelor mecanice de cimentare din cadrul Instalației pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă	150
2. Testarea motoarelor electrice din cadrul Instalației pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă	153
3. Validarea prin cercetare experimentală a tratamentelor termice pentru componenta principală din ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă.	157
4. Determinarea prin spectrometrie EDAX a compoziției chimice a materialului plunjerului pompei.	163
5. Caracterizarea macro și microstructurală prin microscopie optică a plunjerelor tratate termic în cuptorul cu sistem de conducere clasic și bazat pe algoritm PID și predictiv pe un pas.	167

6. Analiza prin microscopie electronică SEM a plunjerului pompei tratat termic.	171
7. Analiza proprietăților mecanice ale materialului plunjerul pompei tratat termic.	173
Cap. 5. Diagrame de testare Ansamblul echipament și Standurile pe care se face testarea Ansamblul echipament	185
Bibliografie	205
Anexe la Raportul tehnic Final	210
Anexa 1 Manual de functionare si intretinere instalatie inovatoare pentru cimentare si operatii speciale la sonda (92 pag)	211
Anexa 2 EMAS 750 ACF, Parametrii convertizor, performante agregat ACF 700	270
Anexa 3 Masuri si riscuri privind functionarea motorului electric asincron de actionare a echipamentului	299
Anexa 4 Riscuri si masuri privind protectia mediului la utilizarea agregatelor de cimentare	320
Anexa 5 Riscuri si masuri privind sanatatea securitatea PSI la utilizarea agregatelor de cimentare	323
Anexa 6 Procedura operationala utilizare agregate de cimentare	327
Anexa nr. 7 Planul control și testare al Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă (530 pag.)	334
Anexa nr. 8 Planul de control și testare a aplicat pe instalație Procedurile de testare ale Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă (120 pag.)	864
Anexa nr. 9 Instrucțiunile de montaj ansamblu al Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă și Instrucțiunile de punere in funcțiune și exploatare ale pompei triplex cu plungere INOCEM 70 componenta principală a instalației (45 pag.)	985
Anexa nr. 10 Diagramele de testare a instalației și imagini cu Standuri utilizate pentru testare Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă (48 pag).	1031
Anexa nr. 11 Standard testare motoare electrice BS EN 60204-1:2018	1078-1220

A. OBIECTIVELE PROIECTULUI

Obiectivul general al proiectului constă în realizarea unui produs inovativ complex, destinat exploatareii 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 ambiant 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 SUBACTIVITĂȚII A 2.3

Subactivitatea A2.3. „Testarea echipamentului pilot utilizabil comercial in medii reprezentative pentru conditii de functionare reale” prevăzută a se desfășura între 17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023 are ca obiectiv testarea subansamblurilor care au fost realizate anterior in cadrul subactivității A2.2.

Echipamentul pilot este destinat operatiilor de cimentare si altor operatii speciale la sonde. Testarea se va realiza pe platforma special destinata acestui scop la PETAL S.A.. Se are in vedere a fi testata instalatia in conditii reprezentative pentru functionarea reala. In acest scop colectivele de cercetare vor elabora o documentatie de testare care sa cuprinda operatiile necesare de verificare functionala si conditiile operationale in care se vor desfasura acestea.

Testarile vor trebui sa cuprinda, cel putin:

- verificarea presiunii maxime pe care o pot crea pompele cu un lichid de pompare;
- functionarea pentru realizarea unui amestec clasic de cimentare, urmarind realizarea automata a amestecului, parametri instalatiei, posibilele deviatii ale parametrilor de la valori nominale;
- functionarea cu un mestec destinat operatiei de acidificare.

Dupa testare, colectivele de cercetare si implementare vor analiza rezultatele privitoare la performante si modul in care au raspuns inovarile implementate privitor la cresterea a calitatii operatiilor executate de instalatie.

Pe baza proiectelor pentru fiecare componenta si subansamblu se vor realiza practic:

- Testarea solutiilor inovatoare realizate pentru instalatia de cimentare si operatii speciale la sonde se adreseaza tuturor subansamblurilor si componentelor, pe intreg ciclul lor de realizare.
- Inainte de testare, colectivul de cercetare si implementare va stabili manuale de testare pentru fiecare subansamblu, cu fise in care vor fi trecute rezultatele obtinute si persoanele care certifica rezultatele.
- Se va testa fiecare componenta in parte din punct de vedere dimensional imediat dupa producere, pentru a certifica pastrarea conditiilor impuse prin proiectul respectiv. In acest

- mod, eventualele deficiente de realizare fizica pot fi indreptate fara a periclita termenele de finalizare ale activitatii respective.
- Se vor testa componentele de uzura cu acoperiri speciale in conditii similare cu cele la care vor lucra, in special acidificari si nisip, pentru a observa comportarea acoperirilor la suprafetele de contact cu substantele erozive.
 - Se vor testa elementele noi de etansare in cadrul instalatiei de verificare la presiune a componentelor, instalatie din dotarea PETAL S.A.. Astfel, se va aprecia calitatea materialelor si a conceptiei tehnologice de realizare, cu posibilitatea remedierii rapide a eventualelor deficiente.
 - Se va testa subsistemul de antrenare mecanica pe bancul de testare existent la PETAL S.A. pentru a observa functionarea lantului cinematic realizat pe baza noilor inovari.
 - La sistemul electric de actionare vor fi testate separat, in momentul realizarii componentei respective, atat motorul electric de actionare cat si convertizorul de frecventa.
 - Se vor verifica parametri de functionare nominali si actiunea protectiilor contra regimurilor ce pot conduce la defecte. La finalizarea testarilor componentelor se va testa subansamblul de actionare electrica in ansamblu, determinand caracteristica mecanica si corespondenta cu caracteristica mecanica a pompelor actionate.
 - Pentru protectia actionarii electrice exista prin proiect un sistem de protectii (impamantari, scurtcircuite etc.) care vor fi testate.
 - Se va urmari testarea comunicatiilor realizate pentru sistemul electric intre componentele acestuia si modul in care ele asigura optimizarea functionarii conform proiectului respectiv.

C. REZUMATUL SUBACTIVITĂȚII A 2.3

Raportarea 17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023

Subactivitatea A2.3. „Testarea echipamentului pilot utilizabil comercial in medii reprezentative pentru conditii de functionare reale” prevăzută a se desfășura între 17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023 are ca obiectiv testarea subansamblurilor care au fost realizate anterior in cadrul subactivității A2.2.

Pe baza proiectelor pentru fiecare componenta si subansamblu se vor realiza practic:

- Testarea solutiilor inovatoare realizate pentru instalatia de cimentare si operatii speciale la sonde se adreseaza tuturor subansamblurilor si componentelor, pe intreg ciclul lor de realizare.
- Inainte de testare, colectivul de cercetare si implementare va stabili manuale de testare pentru fiecare subansamblu, cu fise in care vor fi trecute rezultatele obtinute si persoanele care certifica rezultatele.
- Se va testa fiecare componenta in parte din punct de vedere dimensional imediat dupa producere, pentru a certifica pastrarea conditiilor impuse prin proiectul respectiv. In acest mod, eventualele deficiente de realizare fizica pot fi indreptate fara a periclita termenele de finalizare ale activitatii respective.
- Se vor testa componentele de uzura cu acoperiri speciale in conditii similare cu cele la care vor lucra, in special acidificari si nisip, pentru a observa comportarea acoperirilor la suprafetele de contact cu substantele erozive.
- Se vor testa elementele noi de etansare in cadrul instalatiei de verificare la presiune a componentelor, instalatie din dotarea PETAL S.A. Astfel, se va aprecia calitatea materialelor si a concepiei tehnologice de realizare, cu posibilitatea remedierii rapide a eventualelor deficiente.
- Se va testa subsistemul de antrenare mecanica pe bancul de testare existent la PETAL S.A. pentru a observa functionarea lantului cinematic realizat pe baza noilor inovari.

**D. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ A ACTIVITĂȚILOR DIN
PERIOADA PENTRU CARE SE REALIZEAZĂ PREDAREA
17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023**

Colectivul de cercetare pentru implementarea proiectului al liderului S.C. PETAL S.A. Huși participă la această activitate în perioada de raportare 17 Septembrie 2022 - 29 Decembrie 2023 la realizarea fișelor din cadrul PLANULUI CONTROL ȘI TESTARE al Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă prezentate în Anexa nr. 1 (530 pag.) în conformitate cu Planul de control și testare aplicat pe instalație. Procedurile de testare ale Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă prezentate în Anexa nr. 2 (120 pag.), a definitivat Instrucțiunile de montaj ansamblu al Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă și Instrucțiunile de punere în funcțiune și exploatare ale pompei triplex cu plungere INOCHEM 70 componenta principală a instalației prezentate în Anexa nr. 3 (45 pag.) În Anexa 4 se prezintă diagramele de testare a instalației și imagini cu Standuri utilizate pentru testare Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă (48 pag.).

În această etapă, INC/DIE ICPE-CA a acordat asistență tehnică la testarea echipamentului pilot utilizabil comercial, aceasta are ca obiectiv întocmirea unui set de „Instrucțiuni” și „Procedee” pe care operatorul trebuie să le aplice încă de la prima punere în funcțiune a echipamentului pentru testare. În timpul funcționării operatorul trebuie să urmărească dacă echipamentul funcționează normal și ce măsuri se impun atunci când se observă unele anomalii sau deficiențe în funcționare. De asemenea trebuie avute în vedere măsuri de eliminare a riscurilor pe care utilizarea agregatului de cimentare le implică.

Instrucțiunile și procedeele sunt structurate în forma :

- Manualul de funcționare și întreținere pentru Instalația inovatoare pentru cimentare și operații speciale la sondă;
- Procedura operațională de utilizare agregate;

- Masuri si riscuri privind functionarea motorului electric asincron;
 - Masuri si riscuri privind protectia mediului la utilizarea agregatelor de cimentare;
 - Riscuri si masuri privind sanatatea-securitatea-psi la utilizarea agregatelor de cimentare
- Documentele realizate pentru acest obiectiv sunt prezentate in Anexele 1,2,3, 4 si 5 la acest Raport.

Cap. 1. Intocmirea documentelor insotitoare ale instalatiei

Pentru ca operatia de testare sa se desfasoare in conditii optime, trebuie intocmit un set de instructiuni **pentru punerea in functiune, exploatarea - functionarea instalatiei si intretinerea acestuia.**

Punerea in functiune a echipamentului reprezinta **primul pas al operatiei de testare.**

Punerea in functiune trebuie sa respecte: Principiul de functionare a instalatiei, Ordinea de pornire a principalelor elemente constitutive, Urmarirea functionarii corecte a echipamentelor in ordinea intrarii in actiune: urmarirea motorului de actionare (care trebuie pus in functiune o data de sine statator si apoi in cadrul instalatiei), pompei triplex cu plungere, pompei de apa, urmarirea comportarii manifoldului de refulare, urmarirea functionarii mixerului de ciment.

Dupa ce echipamentul **este pus in functiune prima data**, trebuie parcurse restul cerintelor de exploatare - functionare a instalatiei si intretinere a acestuia si stabilite procedurile de pregatire a instalatiei pentru transport si conditiile specifice de amplasare si racordare pe locatie pentru a nu introduce eforturi suplimentare care pot conduce la vibratii.

Toate acestea, in ordinea precizata, trebuie sa se regaseasca **in « Manualul de functionare si intretinere »** si reprezinta instructiuni pentru executant si operatori .

Instructiunile mentionate sunt utile deoarece inainte de punerea in functiune a echipamentului **initial pentru testare** si apoi in functionare, operatorul trebuie sa se familiarizeze cu indicatiile si procedeele descrise in acest manual, aceasta pentru a putea constata daca echipamentul functioneaza normal si ce masuri se impun atunci cand se observa unele anomalii sau deficiente in functionare.

In practica curenta, testarea prototipului echipamentului nu se poate efectua fara "*Instructiuni de punere in functiune*", operatie care, asa cum am mai spus, reprezinta primul pas al operatiei de

testare. Ținând cont de volumul mare de informații și de suprapunerea activităților A 2.2 și A 2.3, au fost centralizate toate instrucțiunile la care se face referire în document, într-un Manual care să cuprindă: **Instrucțiuni pentru punerea în funcțiune, exploatarea - funcționarea instalației și întreținerea acesteia.**

În aceste condiții, Manualul așa cum a fost gândit, acoperă întreg domeniul de instrucțiuni și reprezintă un document unitar ușor de aplicat în practica curentă, în condițiile în care, asigură informații pe tot parcursul operației de testare, într-o ordine corectă și ușor de urmărit de către executant, fără a fi nevoie să fie manipulate documente diferite.

Manualul de funcționare și întreținere a instalației de cimentare cuprinde următoarele capitole:

Capitolul 1. Date generale

1.1 Destinație

1.2 Aspecte constructive

1.3 Date și performanțe ale motorului asincron, Pompei triplex cu plungere, Mecanismului motor, Pompei de apă, Mixerului cu jet

Capitolul 2. Principii de funcționare. Descriere

Capitolul 3. Instrucțiuni de funcționare

3.1 Rodajul unei instalații de cimentare noi - O cerință de bază este ca la pornirea Instalației să se respecte cu strictețe parametrii de funcționare recomandați în perioada de rodaj;

3.2 Pregătirea înainte de pornirea instalației

3.3 Pornirea motorului electric

3.4 Punerea în funcțiune a unei instalații de cimentare

3.5 Punerea în sarcină a instalației.

3.6 Recomandări pentru urmărirea funcționării instalației - Urmărirea funcționării instalației în ordinea intrării în acțiune a elementelor în funcție de tipul operației aplicate: urmărirea motorului de acționare, pompei triplex cu plungere, pompei de apă, urmărirea comportării manifoldului de refulare, urmărirea funcționării mixerului de ciment.

3.7 Oprirea instalației de cimentare

3.8 Pregătirea instalației pentru transport - După ce echipamentul a fost pus în funcțiune prima dată și testat trebuie stabilite procedurile de pregătire a instalației pentru transport și condițiile specifice de amplasare și racordare pe locație pentru a nu introduce eforturi suplimentare care pot conduce la vibrații care pot afecta funcționarea echipamentului. De asemenea trebuie stabilite operațiile de întreținere cu graficele operațiilor .

3.9 Amplasarea și racordarea instalației pe locație

3.10 Reguli de tehnică a securității muncii la utilizarea instalației

Capitolul 4 . Operații de întreținere

4.1 Graficul operațiilor de întreținere

4.2 Inspectia generala

4.3 Ungere

4.4 Întreținerea pompei triplex cu plunger necesită operații specifice de demontare, extragere, înlocuire , montare a principalelor elemente care sunt supuse puternic procesului de uzură și care prin erori de funcționare ca urmare a uzurii pot compromite operația: supape, plunger, pachete de etansare, garnituri etc..

4.5 Depozitarea instalației de cimentare

4.6 Instrucțiuni privind transportul - Instrucțiunile de depozitare și transport reprezintă un alt set de instrucțiuni necesare a fi aplicate după ce echipamentul intră într-o perioadă de nefuncționare și trebuie depozitat sau trebuie deplasat de pe o locație pe alta în scopul de a efectua alte operații;

4.7 Posibile defecțiuni și disfuncționalități - capitol important în care sunt menționate tipurile de disfuncționalități care pot apărea în timpul funcționării echipamentului, posibilele cauze și metodele de remediere;

În timpul operației de cimentare sau operațiilor speciale, uzurile, defecțiile care pot apărea sunt însoțite de cele mai multe ori și de semnale acustice specifice, care sunt ușor de identificat de către personalul cu experiență documentată.

Capitolul 5 Catalog de piese – capitol important în exploatarea unui asemenea tip de echipament, conține o evidență clară a subsansamblelor constitutive și permite o identificare rapidă a elementelor cu potențial de uzură/defecție dar și aprovizionarea acestora în timp util..

Capitolul 6 – Reglementări tehnice privind siguranța ocupatională

Acest Manual de functionare si intretinere impreuna cu informatiile prezentate in instructiunile de punere în funcțiune și exploatare ale pompei, reprezinta instructiuni pentru operatori, care sa le permita efectuarea celor mai bune servicii cu echipamentul.

Instructiunile mentionate sunt utile deoarece inainte de punerea in functiune a echipamentului *initial pentru testare* si apoi in functionare, operatorul trebuie sa se familiarizeze cu indicatiile si procedeele descrise in acest manual, aceasta pentru a putea constata daca echipamentul functioneaza normal si ce masuri se impun atunci cand se observa unele anomalii sau deficiente in functionare.

Capitolele de intretinere il informeaza pe cel care executa asemenea operatii, asupra verificarilor periodice ce trebuie efectuate la unele subsansamble, asupra operatiilor de ungere si reglaj obisnuite si periodice, asupra lucrarilor de inlocuire a pieselor de mare uzura.

De asemenea pentru efectuarea reparatiilor inerente dupa o folosire mai indelungata se va consulta „Catalogul de piese” ale echipamentului , piesele si subsansamblurile necesare reparatiei putand fi procurate de la producator.

Manualul de functionare si intretinere al echipamentului este prezentat in **Anexa 1**.

La punerea in functiune a instalatiei trebuie urmarita Schema functionala a operatiei de cimentare, motiv pentru care se reia prezentarea pricipiului de functionare al instalatiei:

Principiul de functionare al instalatiei este prezentat sub forma de „*Schema functionala a operatiei de cimentare*”

In Fig 1.1 este prezentata succesiunea logica a participarii componentelor principale tinand seama de interactiunea functionala a acestora in vederea realizarii operatiei respective.

Fluxul de putere este transmis de la grupul de actionare (M) compus din motor electric asincron cu rotor in scurtcircuit, actionat de convertizor de frecventa , la pompa cu plunger (Pp) prin intermediul unui lant cinematic format din elemente de antrenare mecanica : Ax cardanic (Ac), cuplaj dintat (Cd), astfel incat sa se asigure în functie de tipul operatiei, un număr diferit de turatii. Miscarea primita de arborele pompei este transformată din mișcare de rotație, în mișcare de translație a plungerelor, prin intermediul unui **mecanism de transmisie** echipat cu angrenaj cu dantura inclinata.

In cazul actionarii electrice antrenarea pompei de apa (Pa) se face in cadrul unui subsansamblu separat . Prepararea amestecului pentru operatia de cimentare se realizeaza astfel: apa preluata din Rezervorul de masurare prin intermediul unei pompe centrifuge (Pa) este refulata catre Mixerul cu

electric trebuie sa le respecte , cerinte acoperite de standardul *BS EN60204-1:2018 Siguranta utilajelor – echipamente electrice ale utilajelor*

Documentul este prezentat in Anexa 2.

- „Riscuri si masuri privind protectia mediului la utilizarea agregatelor de cimentare” document care centralizeaza in baza experientei de lucru cu astfel de agregate, aspecte de mediu, posibile cauze ale unor accidente, masuri de prevenire, masuri de depoluare, cadrul legislativ aplicabil si persoana responsabila pentru fiecare actiune;

Documentul este prezentat in Anexa 3.

- „Riscuri si masuri privind sanatatea-securitatea-psi la utilizarea agregatelor de cimentare” document care centralizeaza in baza experientei de lucru cu astfel de agregate , riscuri referitoare la sanatate care pot aparea in timpul utilizari echipamentului, masuri de prevenire, masuri pentru eliminarea /reducerea consecintelor, reglementari in vigoare, persoana responsabila

Documentul este prezentat in Anexa 4.

De asemenea, in timpul functionarii in teren este important ca operatorul sa utilizeze o Procedura operationala care, in baza experientei de lucru cu astfel de agregate, cuprinde instructiuni de lucru care stabilesc succesiunea si continuitatea activitatilor privind operatia de utilizare a agregatelor, pentru realizarea acesteia conform standardelor de calitate, securitate in exploatare si mediu in vigoare. Aceaste instructiuni se aplica de catre beneficiarul agregatului de cimentare, in santierele de petrol pentru derularea activitatilor referitoare la sondele in exploatare care necesita operatii de utilizare a agregatelor.

Documentul este prezentat in Anexa 5.

Cap. 2. Testarea propriu zisa a instalatiei de cimentare

Executia Instalatiei inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă destinată eficientizării extragerii resurselor energetice convenționale – INOCEM este finalizata.

Instalatia este in faza de testare si se prezinta dupa cum se observa in Fig.2.1, Fig 2.2, Fig 2.3.

Pana in acest moment, instalatia a fost pornita/testata prin punerea in functiune a motorului electric pentru a se verifica modul de pornire a pompei.

La punerea in functiune a intregii instalatii va trebui urmarit: modul in care echipamentele componente intra in functiune conform schemei functionale a operatiei de cimentare si in ce masura sunt atinse performantele pompei triplex cu plungere



Fig 2.1- Standuri testare Instalatie de cimentare in zona dulapuri electrice



Fig 2.2- Instalatie de cimentare ansamblu vedere laterala



Fig 2.3- Instalatie de cimentare ansamblu

Pompa triplex cu plungere INOCEM asimilata, reprezinta cel mai important element al echipamentului si este destinata pomparii amestecului de cimentare. *Principiul de lucru si documentatia tehnica aferenta au fost pe larg prezentate in etapele intermediare ale Subactivitatii A 1.2.*

Caracteristicile tehnice ale instalatiei sunt date in principiu, de performantele pompei triplex cu plungere. Presiunea si debitele necesare derularii operatiilor de cimentare /operatii speciale sunt cele care stabilesc clasa echipamentului.

Variatia performantelor se poate realiza in trepte prin schimbarea dimensiunii ansamblului plunger – camasa (actiune posibila prin solutia constructiva a pompei triplex cu plungere) **sau continuu prin modificarea vitezei .**

Presiunea și debitul sunt parametri importanți pentru alegerea agregatului.

In funcție de presiunea și de debitele necesare la pomparea fluidelor la adâncimea la care trebuie efectuată operația de cimentare se calculează puterea necesară grupului de acționare, se întocmește schema cinematică a agregatului si se stabilesc caracteristicile pompei.

Dupa cum a mai fost prezentat, **grupul de actionare al echipamentului** este format din Motor electric asincron trifazat cu rotor in scurtcircuit actionat cu convertizor de frecventa, Dulapuri de actionare si Pupitru de comanda.

Pentru proiectarea si alegerea motorului electric asincron s-a tinut cont de urmatoarele cerinte:

- *in varianta clasica de actionare, pentru a asigura performantele pompei in functie de cerintele operatiilor speciale derulate, turația maximă la intrarea pompei triplex cu plungere este 2100 rot/min;*

- *realizarea funcționarii corecte a acționării pompei depinde și de momentul maxim la intrarea pompei, acesta fiind cel care stabilește forța de împingere piston la realizarea presiunii;*

- *in cazul acționării electrice cu motor asincron și convertor de c.a/c.a trebuie asigurate atat performantele debit/presiune cat si cuplurile mecanice necesare a fi realizate în antrenarea pompei triplex.*

- 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 s-a facut 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, principiul de functionare si schema functionala au fost prezentate de-a lungul etapelor proiectului .

Integrarea elementelor inovative s-a realizat respectand toate conditiile de proiect.

1. In aceasta etapa colectivul INCDIE ICPE-CA a intocmit documentele care trebuie sa insoteasca obligatoriu echipamentul pentru a se asigura testarea instalatiei (punerea in functiune pe standul de probe, punerea in functiune pe teren) si efectuarea corecta si in siguranta a operatiei de cimentare.

- Instrucțiunile de punere în funcțiune și exploatarea instalatiei în siguranta, reprezintă un document care însoțește obligatoriu echipamentul la livrare. Acestea impreuna cu informatiile prezentate in instrucțiunile de punere în funcțiune și exploatare ale pompei, reprezinta instructiuni pentru operatori, care sa le permita efectuarea celor mai bune servicii cu echipamentul.

S-a convenit ca acestea să fie elaborate de către proiectantul pompei, respectiv colectivul INCDIE ICPE-CA in perioada activitatii de testare, sub forma unui : „ *Manual de functionare si intretinere al echipamentului*” care este prezentat in *Anexa 1 la Raport*;

Alte documente obligatorii, insotitoare care insotesc echipamentul sunt:

- Masuri si riscuri privind functionarea motorului electric asincron - Anexa 2 la Raport;
- Masuri si riscuri privind protectia mediului la utilizarea agregatelor de cimentare - Anexa 3 la Raport;

- Riscuri si masuri privind sanatatea-securitatea-psi la utilizarea agregatelor de cimentare -
Anexa 4 la Raport

- Procedura operationala de utilizare agregate - Anexa 5 la Raport

Executia Instalatiei inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă destinată eficientizării extragerii resurselor energetice convenționale – INOCEM este finalizata.

Instalatia este in faza de testare si se prezinta dupa cum se observa in Fig.2.1, Fig 2.2, Fig 2.3. prezentate anterior.

2. In cadrul acestei etape, pana in acest moment, instalatia a fost pornita/testata prin punerea in functiune a motorului electric pentru a se verifica modul de pornire a pompei.

La punerea in functiune a intregii instalatii va trebui urmarit: modul in care echipamentele componente intra in functiune conform schemei functionale a operatiei de cimentare si in ce masura sunt atinse performantele pompei triplex cu plungere

Mixerul cu jet, Cada pasta ciment si pompa de apa, constituie un echipament mobil. Pentru etapa de testare poate fi folosit cel existent pe Standul de probe din cadrul Petal, utilizat in mod current la punerea in functiune si testarea agregatelor din practica curenta Petal.

Pentru punerea in functiune a intregii instalatii si realizarea operatiilor mentionate anterior, este obligatorie centralizarea comenzilor intr-un „Pupitru de comanda „, care nu este inca finalizat. Se face precizarea ca executia pupitrului se realizeaza prin subcontractare, firma subcontractata de PETAL efectuand atat proiectul cat si executia.

Verificarea parametrilor prezentati in Tabelul 2.1 se va face de catre PETAL la finalizarea si punerea in functiune a Pupitrului de comanda, respectiv pana la finalul lunii decembrie 2023-

Schemă Tehnică și Schemă de Asamblare

- Desene Tehnice: Schematizarea detaliată a fiecărei părți a piesei, cu dimensiuni, toleranțe și specificații clare.
- Schemă de Asamblare: În cazul unor piese asamblate, o schemă clară de asamblare a fiecărei componente pentru a forma produsul final.

Instrucțiuni de Fabricație

- Pași de Producție: Enumerarea pașilor necesari pentru producerea fiecărei piese, începând de la materii prime până la produsul finit.
- Instrucțiuni Specifice: Clarificarea tehnicilor speciale sau instrucțiunilor necesare pentru fabricarea fiecărei piese.

Descriere a Utilizării

- Context de Utilizare: Specificarea scopului și a mediului în care vor fi folosite aceste piese.
- Interacțiune și Compatibilitate: Detalierea modului în care aceste piese interacționează cu alte componente și sistemul în ansamblu.

Parametrii de Control și Monitorizare

- Control al Parametrilor de Proces: Stabilirea limitelor și verificarea parametrilor critici.
- Parametrii Critici: Identificarea parametrilor care influențează direct calitatea pieselor și a procesului.
- Limitări și Toleranțe: Stabilirea limitelor pentru fiecare parametru critic și toleranțelor acceptate.

Echipamente și Instrumente Utilizate

- Listă de Echipamente: Enumerarea echipamentelor și instrumentelor utilizate în fiecare etapă a procesului.
- Calibrare și Verificare: Program de calibrare a echipamentelor pentru a asigura precizia măsurătorilor.

Instrucțiuni de Lucru și Standarde

- Proceduri Standard: Documentarea procedurilor standard pentru fiecare etapă a procesului.
- Standarde de Siguranță: Specificarea măsurilor de siguranță pentru echipamente și personal.

Etichetare și Ambalare

- Etichetare Corectă: Definierea cerințelor de etichetare pentru fiecare piesă pentru identificarea și urmărirea ușoară.
- Instrucțiuni de Ambalare: Instrucțiuni clare privind modalitatea de ambalare a pieselor pentru livrare și stocare.

Verificarea și Validarea Procesului

- Probe și Teste intermediare: Puncte în procesul de fabricație unde se efectuează teste intermediare pentru a verifica calitatea.
- Validare și Aprobare: Proceduri pentru validarea fiecărei etape și a produsului final înainte de a fi livrat.

Controlul Calității și Non-Conformităților

- Într-un proces de producție, punctele de control al calității sunt locurile sau etapele-cheie unde se efectuează verificări și evaluări pentru a asigura că produsul respectă standardele și cerințele de calitate.
- Puncte de Control și Inspecții: Stabilirea momentelor și locurilor cheie pentru inspecții și control al calității.

Aceste puncte pot varia în funcție de tipul produsului sau a procesului, dar unele exemple comune includ:

- Materialele de intrare: Verificarea calității materiilor prime sau a componentelor înainte de a fi integrate în procesul de producție.
- Procesul de fabricație: Punctele critice în timpul producției unde se verifică parametrii esențiali pentru a asigura calitatea, cum ar fi măsurători ale temperaturii, presiunii sau alți indicatori specifici procesului.
- Inspecția intermediară: Verificarea produselor în diverse stadii ale procesului pentru a detecta și corecta eventualele probleme sau defecte.

- Testele de calitate: Teste finale pentru produsele finite, asigurându-se că acestea îndeplinesc cerințele și standardele specificate.
- Ambalarea și expedierea: Verificarea integrității și aspectului produselor ambalate pentru a se asigura că acestea sunt gata pentru livrare.

Puncte de Control al Calității

- Inspekții Vizuale: Specificarea momentelor cheie pentru inspekții vizuale.
- Măsurători Dimensionale: Lista dimensiunilor critice care trebuie măsurate.
- Verificarea Materialelor: Asigurarea calității materialelor utilizate.
- Inspekția intermediară: Verificarea produselor în diverse stadii ale procesului pentru a detecta și corecta eventualele probleme sau defecte.

Testele de calitate: Teste finale pentru produsele finite, asigurându-se că acestea îndeplinesc cerințele și standardele specificate.

Implementarea acestor puncte de control este esențială pentru a asigura calitatea produsului final și pentru a preveni problemele sau defectele care ar putea apărea în timpul procesului de producție. De asemenea, ajută la identificarea și corectarea potențialelor neconformități într-un stadiu incipient, economisind timp și resurse ulterior.

Teste și Analize

- Teste de Rezistență: Proceduri pentru teste de încărcare și rezistență.
- Analize de Laborator: Dacă este necesar, includerea de teste de laborator, cum ar fi analiza materialului.

În cadrul testării pieselor mecanice, există mai multe proceduri specifice care pot fi aplicate pentru a evalua calitatea și performanța acestora. Iată câteva proceduri comune de testare pentru piese mecanice:

Teste de Rezistență și Durabilitate:

- Teste de încărcare statică: Aplicarea unei sarcini constante pentru a evalua rezistența la forțe statice.
- Teste de încărcare dinamică: Aplicarea și varierea sarcinilor în timp real pentru a evalua comportamentul sub stres variabil sau ciclic.

lor în cadrul unui plan de testare bine structurat poate asigura calitatea și fiabilitatea pieselor mecanice.

Procesele de prelucrare prin aschiere necesită teste specifice pentru a asigura calitatea și precizia pieselor mecanice. Iată câteva proceduri de testare aplicate în prelucrarea prin aschiere:

Teste de Măsurare a Preciziei Geometrice:

Măsurători dimensionale precise: Utilizarea instrumentelor de precizie (micrometre, calibre, comparatori etc.) pentru a verifica dimensiunile și toleranțele conform specificațiilor din desenele tehnice.

Teste de Rugozitate și Finisaj:

Teste de rugozitate: Măsurarea și evaluarea suprafeței pieselor pentru a verifica textura și calitatea finisajului. Utilizarea rugozimetrului pentru a evalua calitatea suprafețelor prelucrate și pentru a asigura că rugozitatea este în conformitate cu specificațiile.

Verificarea Calității Suprafețelor:

Inspectarea vizuală pentru a detecta defecte, zgârieturi sau imperfecțiuni ale suprafețelor prelucrate.

Teste de Duritate:

Teste de duritate: Utilizarea testelor de duritate (Brinell, Rockwell, Vickers) pentru a evalua rezistența materialului. Utilizarea testelor de duritate pentru a evalua rezistența materialului la deformare plastică sau la abraziune în funcție de specificațiile materialelor utilizate.

Teste de Toleranță la Stres:

- Teste de rezistență la torsiune, compresiune sau încovoiere: Evaluarea rezistenței pieselor la diferite tipuri de stres mecanic.
- Teste de rezistență la uzură: Simularea condițiilor de utilizare pentru a evalua durabilitatea și rezistența în timp.

Verificări ale Parametrilor de Prelucrare:

- Teste de viteză de avans și de rotație: Evaluarea parametrilor de tăiere pentru a asigura conformitatea cu specificațiile tehnice.
- Teste de alimentare și presiune: Verificarea parametrilor de alimentare a materialelor și a presiunii instrumentului de tăiere.

Măsurători Geometrice:

Verificarea formei, orientării și poziției geometrice a pieselor prelucrate pentru a se asigura că se încadrează în toleranțele specificate.

Teste de Rezistență la Torsiune și Încovoiere:

Aplicarea testelor pentru a evalua rezistența la torsiune și încovoiere, în funcție de cerințele aplicației.

Inspecție a Marginilor și Colțurilor:

Examinarea atentă a marginilor și colțurilor pentru a detecta defecte sau fisuri care pot afecta integritatea structurală.

Teste de Tratare Termică:

Verificarea procesului de tratare termică, dacă este aplicabil, pentru a asigura că piesele au proprietățile mecanice dorite.

Măsurători de Rugozitate a Filetelor:

Măsurarea rugozității filetelor, dacă sunt prezente, pentru a asigura buna funcționare a asamblărilor cu șuruburi și piulițe.

Verificare a Finisajului Suprafețelor Critice:

Examinarea atentă a suprafețelor critice pentru a se asigura că finisajul corespunde cerințelor de calitate și funcționalitate.

Inspeție a Suprafețelor de Contact:

Verificarea calității suprafețelor de contact în cazul pieselor care interacționează între ele.

Teste de Asamblare și Funcționalitate Finală:

Asigurarea că piesele prelucrate se pot asambla corespunzător și își îndeplinesc funcționalitatea în cadrul sistemului.

Inspectare Vizuală

Inspeție vizuală și cu lupa: Examinarea pieselor pentru a identifica fisuri, imperfecțiuni sau defecte vizibile.

Teste NDT (Teste Non-Destructive):

- Teste NDT specifice prelucrării: Utilizarea tehnicilor non-destructive pentru a identifica defecte ascunse, cum ar fi ultrasonografia sau teste de penetrare.

- Aplicarea de teste non-destructive, cum ar fi penetrarea cu lichide, ultrasunetele sau radiografiile, pentru a detecta defecte ascunse fără a afecta integritatea pieselor.
- Aceste proceduri de testare sunt esențiale pentru a asigura calitatea pieselor mecanice prelucrate prin aschiere și pentru a minimiza riscul de defecte sau de eșec în timpul utilizării.

Teste de Fiabilitate și Repetabilitate:

- Teste de repetabilitate: Repetarea procesului de prelucrare pentru a verifica consistența și precizia rezultatelor.
- Teste de fiabilitate: Evaluarea performanței pe termen lung a pieselor prelucrate.

Echipament și Instrumente de Testare

Listă de Echipamente: Enumerarea echipamentelor necesare pentru teste.

Calibrarea Echipamentelor: Program de calibrare a echipamentelor de testare.

Plan de Amostrare

Metoda de Amostrare: Alegerea întâmplătoare sau sistematică a mostrelor.

Cantitate și Frecvență: Stabilirea numărului de mostre și frecvența testelor.

Responsabilități

- Echipe de Testare: Definirea rolurilor și responsabilităților în echipa de testare.
- Comunicare Internă: Mecanisme pentru comunicarea rezultatelor testelor și a problemelor semnalate.

Plan de Răspuns la Nonconformități

Identificarea Nonconformităților: Proceduri pentru identificarea și raportarea nonconformităților.

Răspuns la Non-Conformități: Proceduri pentru identificarea, raportarea și abordarea nonconformităților în timpul procesului.

Achiziții Corective: Stabilirea pașilor pentru corectarea și prevenirea nonconformităților.

Aprobare și Actualizare

- Semnături de Aprobare: Asigurarea că toate părțile implicate au aprobat planul.
- Program de Actualizare: Stabilirea unei programări periodice pentru revizuirea și actualizarea planului.

Documentare și Arhivare

- Arhivare Documente: Crearea unui sistem de arhivare pentru documentele de calitate.
- Accesibilitatea Documentelor: Asigurarea că documentele sunt accesibile pentru toți cei implicați.

Audituri de Calitate

- Frecvența Auditurilor: Specificarea programului de auditare.
- Raportare Rezultate Audit: Proceduri pentru raportarea și abordarea problemelor identificate în timpul auditurilor.

Instruiri și Formare

- Program de Instruire: Planificarea instruirilor pentru personalul implicat.
- Evaluarea Competențelor: Proceduri pentru evaluarea competențelor personalului.

Acest plan ar trebui să fie adaptat la specificul producției și cerințelor specifice ale pieselor produse. Este important să implicați toți factorii implicați în producție și controlul calității pentru a asigura implementarea eficientă a planului.

Controlul Ambiental:

- Stabilirea și menținerea condițiilor de mediu adecvate în zonele de producție, unde este necesar.
- Monitorizarea umidității, temperaturii sau altor condiții critice.

Validarea Procesului:

- Proceduri de validare a procesului pentru a asigura că acesta poate produce produse conforme cu standardele dorite.
- Teste și analize pentru confirmarea eficienței procesului.

Reacții la Situații Neprevăzute:

Proceduri pentru gestionarea și soluționarea problemelor neașteptate în timpul procesului de fabricație.

Protocol pentru situații de urgență sau defecte majore în producție.

Timp de Producție și Eficiență:

Monitorizarea și analizarea eficienței procesului de producție.

- Control al Parametrilor de Proces: Stabilirea limitelor și verificarea parametrilor critici.

Puncte de Control al Calității

- Inspecții Vizuale: Specificarea momentelor cheie pentru inspecții vizuale.
- Măsurători Dimensionale: Lista dimensiunilor critice care trebuie măsurate.
- Verificarea Materialelor: Asigurarea calității materialelor utilizate.

Teste și Analize

- Teste de Rezistență: Proceduri pentru teste de încărcare și rezistență.
- Analize de Laborator: Dacă este necesar, includerea de teste de laborator, cum ar fi analiza materialului.

Echipment și Instrumente de Testare

- Listă de Echipamente: Enumerarea echipamentelor necesare pentru teste.
- Calibrarea Echipamentelor: Program de calibrare a echipamentelor de testare.

Plan de Amostrare

- Metoda de Amostrare: Alegerea întâmplătoare sau sistematică a mostrelor.
- Cantitate și Frecvență: Stabilirea numărului de mostre și frecvența testelor.

Responsabilități

- Echipe de Testare: Definirea rolurilor și responsabilităților în echipa de testare.
- Comunicare Internă: Mecanisme pentru comunicarea rezultatelor testelor și a problemelor semnalate.

Plan de Răspuns la Nonconformități

- Identificarea Nonconformităților: Proceduri pentru identificarea și raportarea nonconformităților.
- Acțiuni Corective: Stabilirea pașilor pentru corectarea și prevenirea nonconformităților.

Aprobare și Actualizare

- Semnături de Aprobare: Asigurarea că toate părțile implicate au aprobat planul.
- Program de Actualizare: Stabilirea unei programări periodice pentru revizuirea și actualizarea planului.

- Analize de Laborator: Dacă este necesar, includerea de teste de laborator, cum ar fi analiza materialului.

Echipament și Instrumente de Testare

- Listă de Echipamente: Enumerarea echipamentelor necesare pentru teste.
- Calibrarea Echipamentelor: Program de calibrare a echipamentelor de testare.

Plan de Amostrare

- Metoda de Amostrare: Alegerea întâmplătoare sau sistematică a mostrelor.
- Cantitate și Frecvență: Stabilirea numărului de mostre și frecvența testelor.

Responsabilități

- Echipe de Testare: Definirea rolurilor și responsabilităților în echipa de testare.
- Comunicare Internă: Mecanisme pentru comunicarea rezultatelor testelor și a problemelor semnalate.

Plan de Răspuns la Nonconformități

- Identificarea Nonconformităților: Proceduri pentru identificarea și raportarea nonconformităților.
- Acțiuni Corective: Stabilirea pașilor pentru corectarea și prevenirea nonconformităților.

Aprobare și Actualizare

- Semnături de Aprobare: Asigurarea că toate părțile implicate au aprobat planul.
- Program de Actualizare: Stabilirea unei programări periodice pentru revizuirea și actualizarea planului.

Documentare și Arhivare

- Arhivare Documente: Crearea unui sistem de arhivare pentru documentele de calitate.
- Accesibilitatea Documentelor: Asigurarea că documentele sunt accesibile pentru toți cei implicați.

Audituri de Calitate

- Frecvența Auditurilor: Specificarea programului de auditare.

- Raportare Rezultate Audit: Proceduri pentru raportarea și abordarea problemelor identificate în timpul auditurilor.

Instruiri și Formare

Program de Instruire: Planificarea instruirilor pentru personalul implicat.

Evaluarea Competențelor: Proceduri pentru evaluarea competențelor personalului.

Descrierea Pieselor într-un plan de control al calității și de testare pentru piese reprezintă fundamentul înțelegerii și definirii produselor ce urmează a fi fabricate. Detalierea adecvată a pieselor este esențială pentru asigurarea că producția este conformă cu specificațiile și standardele stabilite.

Identificare Piese

- Denumire și Cod: Fiecare piesă ar trebui să aibă o denumire unică și un cod identificativ pentru ușurința de identificare și urmărire în procesul de producție și de testare.
- Descriere Detaliată: O descriere precisă a pieselor, inclusiv dimensiuni, forme, materiale utilizate și funcționalități specifice.

Specificații Tehnice

- Dimensiuni și Toleranțe: Specificarea dimensiunilor exacte ale fiecărei părți a piesei, împreună cu toleranțele admise.
- Material Utilizat: Detalierea materialelor utilizate pentru fiecare parte a piesei și a standardelor sau specificațiilor acestora.
- Rezistență și Performanță: Stabilirea standardelor de rezistență, performanță și funcționalitate pentru fiecare piesă.

Schemă Tehnică și Schemă de Asamblare

- Desene Tehnice: Schematizarea detaliată a fiecărei părți a piesei, cu dimensiuni, toleranțe și specificații clare.
- Schemă de Asamblare: În cazul unor piese asamblate, o schemă clară de asamblare a fiecărei componente pentru a forma produsul final.

Instrucțiuni de Fabricație

- Pași de Producție: Enumerarea pașilor necesari pentru producerea fiecărei piese, începând de la materii prime până la produsul finit.
- Instrucțiuni Specifice: Clarificarea tehnicilor speciale sau instrucțiunilor necesare pentru fabricarea fiecărei piese.

Descriere a Utilizării

- Context de Utilizare: Specificarea scopului și a mediului în care vor fi folosite aceste piese.
- Interacțiune și Compatibilitate: Detalierea modului în care aceste piese interacționează cu alte componente și sistemul în ansamblu.

Etichetare și Ambalare

- Etichetare Corectă: Definirea cerințelor de etichetare pentru fiecare piesă pentru identificarea și urmărirea ușoară.
- Instrucțiuni de Ambalare: Instrucțiuni clare privind modalitatea de ambalare a pieselor pentru livrare și stocare.

Aprobare și Revizuire

- Semnături de Aprobare: Asigurarea că toate specificațiile și informațiile sunt aprobate de persoanele responsabile.
- Program de Revizuire: Stabilirea unei programări pentru revizuirea și actualizarea regulată a specificațiilor.

În cadrul unui plan de control al calității și de testare pentru piese, secțiunea dedicată procesului de fabricație este esențială pentru a asigura că fiecare pas al producției este bine definit, monitorizat și controlat. Iată detaliile pe care ar trebui să le includă această secțiune:

Procesul de Fabricație

1. Descriere Detaliată a Procesului

- Etape și Operațiuni: Enumerarea fiecărei etape a procesului de fabricație, de la materii prime la produsul finit.
- Secvență de Lucru: Ordinea în care se desfășoară fiecare operațiune și relația dintre acestea.

2. Parametrii de Control și Monitorizare

- Teste de viteza de avans și de rotație: Evaluarea parametrilor de tăiere pentru a asigura conformitatea cu specificațiile tehnice.
- Teste de alimentare și presiune: Verificarea parametrilor de alimentare a materialelor și a presiunii instrumentului de tăiere.

6. Inspectare Vizuală și Teste NDT:

- Inspeție vizuală și cu lupa: Examinarea pieselor pentru a identifica fisuri, imperfecțiuni sau defecte vizibile.
- Teste NDT specifice prelucrării: Utilizarea tehnicilor non-destructive pentru a identifica defecte ascunse, cum ar fi ultrasonografia sau teste de penetrare.

7. Teste de Fiabilitate și Repetabilitate:

- Teste de repetabilitate: Repetarea procesului de prelucrare pentru a verifica consistența și precizia rezultatelor.
- Teste de fiabilitate: Evaluarea performanței pe termen lung a pieselor prelucrate.

Aceste proceduri de testare sunt esențiale pentru a asigura calitatea și precizia pieselor mecanice prelucrate prin aschiere, contribuind la eliminarea defectelor și la asigurarea conformității cu cerințele specificațiilor tehnice și ale clienților.

Procesele de prelucrare prin aschiere necesită teste specifice pentru a asigura calitatea și precizia pieselor mecanice. Iată câteva proceduri de testare aplicate în prelucrarea prin aschiere:

1. Teste de Măsurare a Preciziei Geometrice:

Măsurători dimensionale precise: Utilizarea instrumentelor de precizie (micrometre, calibre, comparatori etc.) pentru a verifica dimensiunile și toleranțele conform specificațiilor.

2. Teste de Rugozitate și Finisaj:

- Teste de rugozitate: Măsurarea și evaluarea suprafeței pieselor pentru a verifica textura și calitatea finisajului.
- Teste de control al finisajului: Examinarea vizuală pentru a detecta imperfecțiuni sau defecte ale suprafeței.

3. Teste de Duritate:

Teste de duritate: Utilizarea testelor de duritate (Brinell, Rockwell, Vickers) pentru a evalua rezistența materialului.

4. Teste de Toleranță la Stres:

Teste de rezistență la torsiune, compresiune sau încovoiere: Evaluarea rezistenței pieselor la diferite tipuri de stres mecanic.

Teste de rezistență la uzură: Simularea condițiilor de utilizare pentru a evalua durabilitatea și rezistența în timp.

5. Verificări ale Parametrilor de Prelucrare:

- Teste de viteza de avans și de rotație: Evaluarea parametrilor de tăiere pentru a asigura conformitatea cu specificațiile tehnice.
- Teste de alimentare și presiune: Verificarea parametrilor de alimentare a materialelor și a presiunii instrumentului de tăiere.

6. Inspectare Vizuală și Teste NDT:

- Inspeție vizuală și cu lupa: Examinarea pieselor pentru a identifica fisuri, imperfecțiuni sau defecte vizibile.
- Teste NDT specifice prelucrării: Utilizarea tehnicilor non-destructive pentru a identifica defecte ascunse, cum ar fi ultrasonografia sau teste de penetrare.

7. Teste de Fiabilitate și Repetabilitate:

- Teste de repetabilitate: Repetarea procesului de prelucrare pentru a verifica consistența și precizia rezultatelor.
- Teste de fiabilitate: Evaluarea performanței pe termen lung a pieselor prelucrate.

Testarea pieselor mecanice prelucrate prin aschiere este esențială pentru a asigura calitatea, precizia și funcționalitatea acestora în diverse aplicații. Iată câteva proceduri specifice de testare pentru piesele mecanice prelucrate prin aschiere:

1. Măsurători Dimensionale:

- Utilizarea instrumentelor de măsură precum micrometre, calibre, și mașini de măsurat cu coordonate pentru a verifica dimensiunile pieselor prelucrate.
- Verificarea toleranțelor dimensionale specificate în desenele tehnice.

2. Teste de Rugozitate a Suprafeței:

Utilizarea rugozimetrului pentru a evalua calitatea suprafețelor prelucrate și pentru a asigura că rugozitatea este în conformitate cu specificațiile.

Teste de pornire și oprire: Verificarea capacității instalației de a porni și opri corect în condiții diverse.

Teste de calibrare: Verificarea preciziei și corectitudinii setărilor și a sistemelor de control.

2. Teste de Performanță Operațională:

Teste de flux și presiune: Evaluarea capacității instalației de a furniza fluxul și presiunea adecvate pentru operațiunile specifice de cimentare.

Teste de viteză și eficiență: Măsurarea timpului necesar pentru a finaliza operațiunile de cimentare în funcție de parametrii specificați.

3. Teste de Reacție la Sarcină și Condiții Variabile:

Teste sub încărcare maximă: Evaluarea comportamentului instalației la sarcini și presiuni extreme, simulant condiții dificile.

Teste la temperaturi extreme: Verificarea funcționării instalației la temperaturi variate, inclusiv cele extreme întâlnite la sondă.

4. Teste de Siguranță și Fiabilitate:

Teste de siguranță: Verificarea funcționării corespunzătoare a dispozitivelor de siguranță în cazul unor situații neprevăzute sau de urgență.

Teste de fiabilitate: Rularea instalației pe termen lung pentru a evalua durabilitatea și fiabilitatea acesteia în condiții reale.

5. Teste de Control și Reacție la Anomalii:

Teste de control și monitorizare: Verificarea eficienței sistemelor de control și monitorizare a instalației în timpul operațiunilor.

Teste de reacție la anomalii: Evaluarea comportamentului instalației în fața situațiilor neprevăzute sau a erorilor.

6. Teste de Rezistență la Mediu și Durabilitate:

Teste de rezistență la coroziune: Evaluarea rezistenței materialelor la coroziune și la condițiile specifice ale mediului la sondă.

Teste de durabilitate la uzură: Evaluarea rezistenței componentelor la uzură în timpul utilizării îndelungate.

7. Teste de Compatibilitate și Interoperabilitate:

Teste de compatibilitate: Verificarea compatibilității instalației cu alte echipamente sau tehnologii utilizate în industria petrolieră.

Teste de interoperabilitate: Verificarea capacității instalației de a funcționa corect în cadrul unui sistem mai mare.

Aceste teste sunt esențiale pentru a evalua eficiența, performanța și fiabilitatea unei instalații inovatoare destinate cimentării și operațiunilor speciale la sondă în condiții reale de utilizare, contribuind la validarea și îmbunătățirea continuă a echipamentului.

Pentru a planifica teste adecvate pentru o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă, trebuie să urmați o serie de pași pentru a asigura acoperirea aspectelor esențiale și a scenariilor relevante. Iată cum puteți planifica aceste teste:

1. Stabilirea Obiectivelor de Testare:

Identificați obiectivele principale ale testelor. Acestea pot include evaluarea performanței, verificarea conformității cu standardele industriale, asigurarea siguranței și fiabilității.

Definiți clar ce doriți să obțineți din fiecare test și care sunt criteriile de succes pentru fiecare obiectiv.

2. Identificarea Scenariilor de Testare:

Analizați mediile și condițiile reale de lucru la sondă pentru a identifica scenariile de testare relevante. Acestea ar putea include diferite tipuri de teren, variabilități de temperatură, presiune și mediul înconjurător.

Luați în considerare diversele operațiuni speciale și cerințele specifice pentru cimentare și operațiuni la sondă.

3. Definirea Tipurilor de Teste:

Planificați teste de performanță care să evalueze eficiența, precizia și fiabilitatea instalației în diferite condiții de lucru.

Inclueți teste de siguranță pentru a evalua reacția instalației în situații neprevăzute sau de urgență.

4. Specificații Tehnice și Parametri de Testare:

Stabiliți parametrii specifici pentru fiecare test, cum ar fi viteza, presiunea, temperatura etc., în funcție de specificațiile instalației.

Definiți procedurile de testare, incluzând durata, frecvența și condițiile în care se vor desfășura testele.

5. Identificarea Echipamentelor și Resurselor necesare:

Asigurați-vă că aveți echipamentele și instrumentele necesare pentru a efectua teste precise și valide.

Asigurați disponibilitatea resurselor umane calificate și experimentate pentru a conduce și interpreta corect testele.

6. Programarea și Organizarea Testelor:

Stabiliți un calendar detaliat pentru testele individuale și pentru întregul proces de testare, asigurând suficient timp pentru fiecare etapă.

Organizați un plan care să acopere testele de la simulările în laborator până la testele în teren și asigurați-vă că sunt incluse perioadele de retestare și ajustare.

7. Evaluarea și Analiza Rezultatelor:

Dezvoltați un sistem de raportare care să vă permită să înregistrați și să analizați rezultatele testelor într-un mod consistent și comparabil.

Analizați rezultatele pentru a identifica aspectele de îmbunătățit și pentru a lua decizii cu privire la eventualele modificări sau ajustări necesare.

Planificarea testelor pentru o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă necesită o abordare meticuloasă și o acoperire cuprinzătoare a scenariilor relevante pentru a asigura eficiența și fiabilitatea instalației în diferitele sale condiții de utilizare.

Testele de funcționalitate și performanță pentru o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă trebuie să acopere o serie de aspecte esențiale pentru a evalua eficiența, fiabilitatea și adaptabilitatea acestora în condiții reale de lucru. Iată câteva teste specifice pentru funcționalitate și performanță:

Teste de Funcționalitate:

Teste de pornire și oprire: Verificarea funcționării corecte a sistemelor de pornire și oprire a instalației în diferite condiții.

Teste de operare normală: Evaluarea funcționalității instalației în condiții normale de lucru, verificând dacă se îndeplinesc toate sarcinile și funcțiile planificate.

Teste sub sarcină redusă: Verificarea modului în care instalația se comportă sub încărcări reduse, identificând eventualele probleme sau erori la niveluri mai scăzute de putere sau presiune.

Teste de compatibilitate: Verificarea compatibilității instalației cu alte echipamente sau dispozitive folosite în industria petrolieră pentru a asigura o funcționare armonioasă într-un sistem integrat.

Teste de Performanță:

Teste de presiune și debit: Evaluarea capacității instalației de a menține presiunea și debitul specificate în diverse condiții de operare.

Teste de viteză și precizie: Verificarea preciziei și constanței în livrarea materialelor sau substanțelor necesare pentru operațiunile speciale la sondă.

Teste de eficiență: Evaluarea eficienței instalației în raport cu consumul de energie, materiale și resurse, pentru a asigura optimizarea operațiunilor.

Teste de rezistență la condiții variate: Evaluarea comportamentului instalației în condiții variate de temperatură, presiune, umiditate sau mediul înconjurător pentru a verifica rezistența și fiabilitatea în diverse medii.

Teste de durată și repetabilitate: Rularea instalației pe termen lung pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea acesteia în condiții de utilizare îndelungată și repetată.

Teste de siguranță și reacție la urgențe: Verificarea funcționării corecte a sistemelor de siguranță și reacția instalației în situații de urgență sau de oprire de urgență.

Aceste teste de funcționalitate și performanță sunt esențiale pentru a evalua și valida capacitatea instalației inovatoare de a îndeplini cerințele operaționale și de a funcționa corect și eficient în condiții reale de lucru specifice industriei petroliere.

Pentru a efectua teste de funcționalitate și performanță la o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă, trebuie să urmați un set de pași pentru a evalua corect funcționalitatea și eficacitatea echipamentului pilot. Iată câteva aspecte importante și teste relevante:

Teste de Funcționalitate:

Teste de Operare Normală:

Verificarea funcționării corecte a instalației în condiții normale de utilizare conform specificațiilor tehnice.

Evaluarea funcționalității diferitelor componente și subsisteme ale instalației în timpul operațiunilor obișnuite.

Teste sub Sarcină:

Testarea comportamentului instalației sub diferite nivele de sarcină și solicitări specifice industriei petroliere.

Evaluarea capacității instalației de a funcționa eficient și sigur în timpul sarcinilor variate.

Teste de Siguranță:

Verificarea funcționării și reacției instalației în situații de urgență sau în cazul producerii unor evenimente neprevăzute.

Evaluarea eficacității sistemelor de siguranță pentru protecția personalului și a mediului înconjurător.

Teste de Performanță:

Teste de Eficiență:

Măsurarea eficienței instalației în îndeplinirea sarcinilor propuse și a obiectivelor stabilite.

Evaluarea performanței în funcție de consumul de energie, timpul de execuție și alte metrici relevante.

Teste de Precizie:

Evaluarea preciziei operațiunilor instalației, cum ar fi dozarea corectă a materialelor, controlul presiunii, distribuția uniformă a cimentului etc.

Verificarea acurateței și fiabilității măsurătorilor și a sistemelor de control.

Teste de Rezistență și Durabilitate:

Rularea instalației în condiții de stres pentru a evalua rezistența și durabilitatea acesteia în timpul utilizării îndelungate.

Testarea comportamentului și a performanței în condiții extreme de temperatură, presiune sau vibrații.

Teste de Conformitate:

Verificarea respectării instalației a tuturor standardelor și reglementărilor relevante din industria petrolieră.

Asigurarea conformității instalației cu cerințele și standardele de siguranță și performanță.

Efectuarea acestor teste va permite evaluarea riguroasă a funcționalității și performanței instalației inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă ca echipament pilot utilizabil comercial, oferind informații esențiale pentru eventualele ajustări sau îmbunătățiri necesare înainte de lansarea pe piață sau utilizarea în producție.

Testele de funcționalitate și performanță pentru o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă sunt cruciale pentru a evalua comportamentul și capacitatea echipamentului în condiții reale de utilizare. Iată câteva teste specifice pentru funcționalitate și performanță:

Teste de Funcționalitate:

Teste de pornire și oprire: Verificați fiabilitatea și reacția instalației în timpul pornirii și oprirea sa în diverse condiții de lucru.

Teste de operare normală: Verificați funcționalitatea principală a instalației în condițiile specifice de lucru prevăzute, cum ar fi pomparea cimentului, manipularea unor substanțe specifice sau alte operațiuni programate.

Teste de compatibilitate: Verificați compatibilitatea instalației cu alte echipamente sau sisteme din cadrul operațiunilor de sondă, asigurându-vă că funcționează corespunzător în cadrul unui ansamblu complex.

Teste de interfață utilizator: Evaluați ușurința de utilizare a interfeței instalației și funcționalitățile de control disponibile utilizatorilor.

Teste de Performanță:

Teste de presiune și debit: Măsurați și verificați presiunea și debitul instalației în diferite condiții de operare pentru a asigura că se încadrează în parametrii specificați.

Teste de performanță sub sarcină: Testați echipamentul sub sarcini variate sau la capacitate maximă pentru a evalua comportamentul și rezistența sa în aceste condiții.

Teste de durată: Rulați instalația pentru perioade prelungite de timp, simulând utilizarea sa continuă pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea în timp.

Asigurați-vă că instalația inițiază și oprește fără probleme operațiunile.

Teste ale sistemului de control:

Evaluati funcționalitatea sistemelor de control.

Testați interfața cu utilizatorul pentru ușurință în utilizare și eficacitate.

Teste de manipulare a materialelor:

Testați manipularea și prelucrarea cimentului și a altor materiale utilizate în operațiuni.

Asigurați funcționalități adecvate de amestecare, depozitare și distribuire.

Teste de presiune și debit:

Evaluati capacitatea instalației de a menține presiunea și debitele specificate.

Testați în diferite condiții de funcționare pentru a simula scenariu din lumea reală.

Teste de instrumentare și monitorizare:

Verificați acuratețea și fiabilitatea sistemelor de instrumentare și monitorizare.

Asigurați colectarea datelor în timp real și reprezentarea corectă.

Teste de performanță:

Performanța de presiune și debit:

Testați performanța presiunii și a debitului în diferite condiții.

Verificați coerența performanței în diferite scenarii.

Teste de eficiență:

Măsurați consumul de energie și eficiența în diferite faze de funcționare.

Evaluati eficiența generală a fabricii în utilizarea resurselor.

Testare de sarcină:

Supuneți instalația la condiții de sarcină maximă pentru a-și evalua performanța în condiții de stres.

Asigurați-vă că instalația poate face față sarcinilor de lucru de vârf fără a compromite siguranța.

Teste de stabilitate:

Evaluati stabilitatea instalației în timpul diferitelor operațiuni.

Testați stabilitatea în condiții de teren neuniform sau forțe externe neașteptate.

Teste de mediu:

Expuneți planta la condiții de mediu precum temperaturi extreme, umiditate și medii corozive.

Evaluati rezistența componentelor plantei la condiții dure.

Teste de fiabilitate și durabilitate:

Efectuați teste de lungă durată pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea componentelor critice.

Simulați funcționarea continuă pentru a identifica potențiale probleme de uzură.

Teste de siguranță:

Testați caracteristicile de siguranță și procedurile de oprire de urgență.

Asigurați conformitatea fabricii cu standardele și reglementările de siguranță.

Conformitatea cu standardele din industrie:

Verificați dacă instalația îndeplinește sau depășește standardele industriei pentru operațiunile de cimentare și de fund.

Asigurați respectarea standardelor relevante de siguranță și calitate.

Teste de simulare pe teren:

Efectuați teste în condiții de câmp pentru a simula scenariii din lumea reală.

Evaluati performanța instalației în condiții similare cu cele întâlnite în timpul operațiunilor efective.

Instruirea utilizatorilor și teste de utilizare:

Evaluati ușurința de utilizare pentru operatori.

Furnizați sesiuni de instruire și colectați feedback cu privire la gradul de utilizare al echipamentului.

Pe tot parcursul procesului de testare, documentați rezultatele în detaliu și rafinați iterativ designul pe baza constatărilor. Scopul este de a se asigura că instalația inovatoare îndeplinește sau depășește așteptările de performanță în aplicațiile comerciale din lumea reală.

Testele de fiabilitate și durabilitate pentru o instalație inovatoare destinată cimentării și operațiunilor speciale la sondă, folosită ca echipament pilot comercial, sunt esențiale pentru a evalua rezistența, stabilitatea și durabilitatea echipamentului în condiții reale de operare. Iată câteva tipuri de teste pe care le puteți efectua pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea instalației:

1. Teste de Fiabilitate:

Teste de Funcționare Continuă:

Rularea instalației pentru perioade lungi de timp pentru a evalua comportamentul și performanța sa în funcționare continuă.

Teste de Rezistență la Sarcină:

Testarea instalației sub sarcini variate sau la capacitățile maxime pentru a evalua cum reacționează și pentru a identifica eventualele defecțiuni.

Teste de Stres și Tensiune:

Supunerea instalației la condiții de tensiune și stres ridicate pentru a evalua cum reacționează și pentru a determina punctele sale slabe.

2. Teste de Durabilitate:

Teste de Durată și Cicluri Repetate:

Simularea ciclurilor repetate de operare și testarea componentelor cheie pentru a evalua durabilitatea lor pe termen lung.

Teste de Rezistență la Mediu:

Examinarea comportamentului instalației în condiții extreme, cum ar fi temperaturi variabile, umiditate ridicată sau coroziune, pentru a evalua rezistența sa la mediu.

Teste de Rezistență la Vibrații și Șocuri:

Testarea instalației în condiții de vibrații și șocuri pentru a simula condițiile de operare reală și pentru a identifica potențialele probleme de durabilitate.

3. Teste de Încălzire și Răcire Repetată:

Supunerea instalației la cicluri repetate de încălzire și răcire pentru a evalua rezistența la schimbările bruște de temperatură și pentru a identifica eventualele defecțiuni sau deformări ale componentelor.

4. Teste de Performanță în Medii Variate:

Evaluarea performanței instalației în medii cu temperaturi scăzute și ridicate pentru a determina modul în care funcționează și rezistă la variații de temperatură.

5. Teste de Eroziune și Coroziune:

Evaluarea rezistenței materialelor la eroziune și coroziune pentru a evalua durabilitatea componentelor în condiții agresive.

Aceste teste de fiabilitate și durabilitate sunt esențiale pentru a identifica punctele slabe, a valida performanța și pentru a asigura fiabilitatea echipamentului pilot în condiții variate de operare. Documentarea rezultatelor și implementarea îmbunătățirilor în funcție de constatările testelor sunt vitale pentru dezvoltarea unui echipament pilot fiabil și durabil utilizabil comercial.

Desfășurarea testelor de fiabilitate și durabilitate pentru instalațiile inovatoare destinate cimentării și operațiunilor speciale la sondă, în calitate de echipament pilot utilizabil comercial, implică o serie de etape și evaluări pentru a asigura fiabilitatea și durabilitatea acestora în condiții reale de operare. Iată o prezentare detaliată a tipurilor de teste pe care le puteți efectua:

1. Teste de Funcționare Continuă:

Rulare Prolongată: Supunerea instalației la rulare continuă pentru a evalua comportamentul și performanța sa în timp.

Monitorizare Fiabilitate: Observarea și înregistrarea datelor pentru a identifica eventualele defecțiuni sau schimbări în performanță pe termen lung.

2. Teste de Rezistență la Sarcină:

Teste sub Sarcină Maximă: Supunerea instalației la sarcini și condiții extreme pentru a evalua rezistența și comportamentul său sub stres.

Teste de Durabilitate Sub Sarcină: Monitorizarea performanței în timp ce instalația operează la capacitatea maximă.

3. Teste de Stres și Tensiune:

Teste de Stres: Exercițarea instalației la capacități ridicate, depășindu-și limitele normale pentru a evalua reacția și performanța sa în condiții extreme.

Teste de Tensiune și Încercări de Rupere: Examinarea componentelor cheie pentru a identifica punctele slabe și pentru a evalua rezistența lor la rupere sau deformare sub presiune.

4. Teste de Durată și Cicluri Repetate:

Teste de Durabilitate în Timp: Monitorizarea performanței instalației pe termen lung pentru a evalua durabilitatea și fiabilitatea în timp.

Teste de Cicluri Repetate: Supunerea instalației la cicluri repetate de operare și teste pentru a simula condițiile reale de utilizare.

5. Teste de Rezistență la Mediu:

Teste de Rezistență la Mediu Agresiv: Evaluarea comportamentului și rezistenței instalației în medii cu temperaturi extreme, umiditate ridicată sau coroziune.

Teste de Rezistență la Vibrații și Șocuri: Verificarea rezistenței la vibrații și impact pentru a simula condițiile de operare reale și pentru a identifica posibile defecțiuni.

6. Teste de Eroziune și Coroziune:

Teste de Rezistență la Eroziune și Coroziune: Evaluarea materialelor și componentelor în condiții de eroziune sau coroziune pentru a evalua durabilitatea acestora.

7. Teste de Performanță în Medii Variate:

Teste de Performanță la Temperaturi Variate: Evaluarea comportamentului și performanței în medii cu temperaturi scăzute și ridicate.

8. Teste de Siguranță și Protecție:

Teste de Siguranță: Verificarea și evaluarea tuturor caracteristicilor de siguranță pentru protejarea personalului și a mediului înconjurător.

Teste de Protecție Împotriva Suprasarcinilor și Scurtcircuitelor: Evaluarea eficacității dispozitivelor de protecție în cazul unor evenimente neprevăzute.

Aceste teste de fiabilitate și durabilitate sunt esențiale pentru a evalua comportamentul și performanța instalațiilor inovatoare în condiții reale de operare și pentru a asigura că sunt fiabile și durabile în utilizarea comercială. Documentarea rezultatelor și implementarea îmbunătățirilor bazate pe constatările testelor sunt cruciale pentru dezvoltarea unui echipament pilot robust și fiabil pentru industria respectivă.

Document de Teste de Fiabilitate și Durabilitate pentru Instalații de Cimentare și Operațiuni Speciale la Sondă - Echipament Pilot Utilizabil Comercial

I. Introducere

Acest document descrie planul de teste pentru evaluarea fiabilității și durabilității instalațiilor inovatoare destinate cimentării și operațiunilor speciale la sondă, având ca scop

utilizarea lor ca echipament pilot comercial. Testele vor fi realizate pentru a asigura performanța și rezistența instalațiilor în condiții reale de operare și pentru a valida fiabilitatea lor pe termen lung.

II. Obiectivele Testelor

Evaluarea rezistenței și stabilității instalațiilor sub diferite condiții de lucru.

Identificarea punctelor slabe și a limitelor de funcționare în situații de stres.

Verificarea comportamentului și a performanței instalațiilor în timpul unei rulări

îndelungate.

Evaluarea durabilității componentelor și a sistemelor cheie în condiții variate.

III. Metodologie

A. Teste de Funcționare Continuă și Durată

Teste de Rulare Prolongată

Scop: Evaluarea comportamentului instalațiilor în timpul unei rulări prelungite.

Procedură: Rularea continuă a instalațiilor timp de X ore/zile, monitorizând performanța și eventualele defecțiuni.

Teste de Rezistență la Sarcină

Scop: Evaluarea rezistenței și comportamentului sub sarcini variate.

Procedură: Supunerea instalațiilor la diferite niveluri de sarcină și evaluarea reacției și performanței.

B. Teste de Stres și Tensiune

Teste de Stres și Sarcini Extreme

Scop: Evaluarea comportamentului sub stres și în condiții extreme.

Procedură: Supunerea instalațiilor la sarcini și condiții de stres peste limitele normale, monitorizând reacția și performanța.

Teste de Tensiune și Încercări de Rupere

Scop: Evaluarea rezistenței materialelor și a componentelor cheie.

Procedură: Testarea componentelor critice sub tensiune crescândă până la punctul de rupere pentru a identifica limitele lor.

C. Teste de Durabilitate în Medii Variate

Teste de Rezistență la Mediu Agresiv

Implicațiile rezultatelor testelor pentru industria petrolieră și utilizarea comercială

X. Referințe și Bibliografie

Bazele Testelor de Fiabilitate și Durabilitate pentru pompele de cimentare reprezintă fundația evaluării performanței și rezistenței acestor echipamente cruciale în industria de cimentare. Iată o detaliere a aspectelor esențiale:

1. Definierea Fiabilității și Durabilității pentru Pompele de Cimentare

Fiabilitatea: Capacitatea pompei de a funcționa în mod constant și sigur în condiții normale de lucru, evitând defectele și întreruperile neplanificate.

Durabilitatea: Rezistența și capacitatea pompei de a-și menține performanța în timp, în ciuda uzurii, a condițiilor extreme sau a stresului operațional.

2. Parametrii Esențiali de Testare

Debit și Presiune: Evaluarea capacității pompei de a menține debitul și presiunea specificate în condiții variabile de operare.

Performanță la Sarcină Maximă: Testarea comportamentului pompei sub sarcini ridicate sau în condiții de lucru solicitante.

3. Metode de Testare

Teste de Funcționare Continuă:

Rularea pompei pe perioade lungi pentru a evalua comportamentul și performanța sa în timpul unei operațiuni îndelungate.

Teste de Rezistență la Sarcină:

Supunerea pompei la sarcini crescute pentru a evalua modul în care reacționează și pentru a identifica eventualele defecte.

Teste de Tensiune și Încercări de Rupere:

Evaluarea componentelor cheie sub sarcini crescute pentru a identifica limitele de funcționare și a rezistenței la rupere.

4. Stabilirea Ciclurilor de Testare

Cicluri Repetate de Operare: Simularea ciclurilor repetate de operare pentru a evalua durabilitatea componentelor în timp.

Teste Sub Sarcină Maximă Repetate: Supunerea pompei la sarcini ridicate de mai multe ori pentru a evalua reacția și comportamentul în situații repetate de stres.

5. Evaluarea Rezistenței la Mediu și Factori de Stres

Teste la Temperaturi Extreme: Evaluarea comportamentului pompei în condiții de temperaturi ridicate sau scăzute.

Rezistența la Coroziune și Eroziune: Evaluarea materialelor și componentelor în condiții de coroziune sau eroziune pentru a evalua durabilitatea lor.

6. Analiza și Interpretarea Rezultatelor

Documentarea și interpretarea rezultatelor testelor în raport cu obiectivele inițiale de testare. Identificarea potențialelor probleme, limitări sau zone de îmbunătățire.

7. Recomandări și Îmbunătățiri

Propuneri pentru optimizarea sau modificarea proiectării pompei pentru a îmbunătăți performanța, fiabilitatea și durabilitatea.

Implementarea feedback-ului obținut din testele de fiabilitate și durabilitate pentru îmbunătățiri viitoare.

Aceste aspecte sunt esențiale în evaluarea fiabilității și durabilității pompelor de cimentare. Detalierea fiecărui aspect și a rezultatelor testelor este crucială pentru a înțelege comportamentul și performanța acestor echipamente în condiții variate de operare.

Planificarea testelor pentru pompele de cimentare implică o abordare detaliată pentru a asigura evaluarea cuprinzătoare a performanței, fiabilității și durabilității acestor echipamente esențiale în industria de foraj și cimentare. Iată o structură detaliată a planificării testelor:

I. Obiectivele Planului de Testare

Clarificarea obiectivelor specifice ale testelor pentru pompele de cimentare.

Definirea parametrilor de performanță și fiabilitate esențiali pentru testare.

II. Identificarea Tipurilor de Teste

A. Teste de Performanță

Teste de Debit și Presiune:

Măsurarea și evaluarea debitului și presiunii pompei în condiții variate.

Teste de Eficiență Energetică:

Evaluarea consumului de energie al pompei în raport cu performanța sa.

B. Teste de Fiabilitate și Durabilitate

Teste de Funcționare Continuă:

Rularea pompei pe perioade lungi pentru a evalua comportamentul său în timp.

Teste de Sarcină Maximă:

Evaluarea comportamentului pompei sub sarcini ridicate sau în condiții de stres.

Teste de Rezistență la Mediu:

Evaluarea comportamentului pompei în condiții de temperaturi extreme, umiditate, coroziune etc.

C. Teste de Siguranță și Protecție

Teste de Oprire de Urgență:

Verificarea funcționalității sistemului de oprire de urgență.

Teste de Supraîncălzire și Supratensiune:

Evaluarea modului în care pompa reacționează la supratensiuni sau supraîncălzire.

III. Stabilirea Ciclurilor de Testare

Definirea duratei și frecvenței fiecărui tip de test pentru a asigura o acoperire adecvată a performanței și fiabilității.

IV. Instrumente și Echipamente Folosite în Teste

Listarea și descrierea detaliată a instrumentelor utilizate pentru măsurători și monitorizare.

V. Proceduri și Metodologii de Testare

Detalierea modului de implementare a fiecărui test, inclusiv setările, condițiile și metodele de măsurare.

VI. Securitate și Măsuri de Siguranță în Timpul Testelor

Descrierea măsurilor de siguranță luate pentru a proteja personalul și echipamentul în timpul testelor.

VII. Analiza și Interpretarea Rezultatelor

Documentarea și interpretarea rezultatelor în raport cu standardele și obiectivele inițiale ale testelor.

VIII. Concluzii și Recomandări

Sumar al rezultatelor obținute din testele efectuate.

Propuneri pentru îmbunătățiri sau modificări viitoare pe baza rezultatelor testelor.

Această structură oferă o direcție pentru planificarea detaliată a testelor pentru pompele de cimentare. Fiecare secțiune trebuie detaliată, includând proceduri specifice, date experimentale și analize pentru a oferi o evaluare cuprinzătoare a performanței și fiabilității acestor echipamente critice în industria de foraj și cimentare.

Metodologie detaliată pentru teste de fiabilitate și performanță pentru pompele de cimentare, este crucial să abordăm fiecare aspect al funcționării și să ne asigurăm că testele acoperă o varietate de scenarii și condiții operaționale. Iată o metodologie detaliată:

I. Prezentarea Pompei de Cimentare și Scopul Testelor

Descriere Tehnică a Pompei: Detalii despre specificațiile tehnice, capacități, materiale folosite etc.

Obiectivele Testelor: Clarificarea scopului evaluării fiabilității, durabilității și performanței pompei.

II. Tipuri de Teste

A. Teste de Performanță

Teste de Debit și Presiune:

Metodă: Utilizarea instrumentelor de măsură pentru a evalua debitul și presiunea în condiții variate (variații de viteză, presiune, compoziție a fluidului etc.).

Teste de Eficiență Energetică:

Metodă: Măsurarea consumului de energie în timpul operațiunilor de pompaj.

B. Teste de Fiabilitate și Durabilitate

Teste de Funcționare Continuă:

Metodă: Rularea pompei continuu pentru perioade lungi și monitorizarea performanței și funcționării.

Teste de Sarcină Maximă:

Metodă: Supunerea pompei la sarcini ridicate sau la presiuni maxime pentru a evalua performanța și reacția sa.

Teste de Rezistență la Mediu:

Metodă: Expunerea pompei la medii extreme (temperaturi, umiditate, coroziune) pentru a evalua durabilitatea sa.

C. Teste de Siguranță și Protecție

Teste de Oprire de Urgență:

Metodă: Verificarea funcționării corecte a sistemului de oprire de urgență.

Teste de Supraîncălzire și Supratensiune:

Metodă: Supunerea pompei la condiții de supratensiune sau supraîncălzire pentru a evalua reacția sa.

III. Proceduri Specifice de Testare

Configurarea Pompei: Stabilirea parametrilor inițiali și a condițiilor de testare.

Monitorizarea și Înregistrarea Datelor: Utilizarea echipamentelor specializate pentru a monitoriza performanța și a înregistra datele relevante în timpul testelor.

Setările de Testare: Stabilirea condițiilor exacte în care se vor desfășura testele.

IV. Stabilirea Duratei și Frecvenței Testelor

Durata Testelor: Definirea perioadelor pentru care vor fi efectuate testele (ore, zile, săptămâni etc.).

Frecvența Testelor: Stabilirea intervalului de timp sau numărului de cicluri în care vor fi repetate testele.

V. Analiza și Interpretarea Datelor

Evaluarea Performanței: Interpretarea rezultatelor pentru a evalua modul în care pompa se comportă în diverse condiții.

Compararea Datelor: Compararea datelor obținute în timpul diferitelor teste pentru a identifica evoluțiile sau eventualele probleme.

VI. Raportare și Recomandări

Documentarea Rezultatelor: Înregistrarea și documentarea tuturor rezultatelor și concluziilor.

Recomandări de Îmbunătățire: Propuneri pentru îmbunătățiri sau ajustări în proiectare sau operațiuni pe baza datelor obținute.

Evaluarea capacității instalației de a funcționa eficient și sigur în timpul sarcinilor variate.

Teste de Siguranță:

Verificarea funcționării și reacției instalației în situații de urgență sau în cazul producerii unor evenimente neprevăzute.

Evaluarea eficacității sistemelor de siguranță pentru protecția personalului și a mediului înconjurător.

Teste de Performanță:

Teste de Eficiență:

Măsurarea eficienței instalației în îndeplinirea sarcinilor propuse și a obiectivelor stabilite.

Evaluarea performanței în funcție de consumul de energie, timpul de execuție și alte metrici relevante.

Teste de Precizie:

Evaluarea preciziei operațiunilor instalației, cum ar fi dozarea corectă a materialelor, controlul presiunii, distribuția uniformă a cimentului etc.

Verificarea acurateței și fiabilității măsurărilor și a sistemelor de control.

Teste de Rezistență și Durabilitate:

Rularea instalației în condiții de stres pentru a evalua rezistența și durabilitatea acesteia în timpul utilizării îndelungate.

Testarea comportamentului și a performanței în condiții extreme de temperatură, presiune sau vibrații.

Teste de Conformitate:

Verificarea respectării instalației a tuturor standardelor și reglementărilor relevante din industria petrolieră.

Asigurarea conformității instalației cu cerințele și standardele de siguranță și performanță.

Efectuarea acestor teste va permite evaluarea riguroasă a funcționalității și performanței instalației inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă ca echipament pilot utilizabil comercial, oferind informații esențiale pentru eventualele ajustări sau îmbunătățiri necesare înainte de lansarea pe piață sau utilizarea în producție.

Cap. 4. Testare componente mecanice si componente de uzura pompa din cadrul Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă.

1. Testarea pompelor mecanice de cimentare din cadrul Instalației pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă

Câteva etape și considerații pentru acest proces:

1. Definirea Mediilor Reprezentative:

Identificarea și caracterizarea mediilor care reflectă condițiile reale de funcționare pentru echipamentul respectiv.

Evaluarea factorilor precum temperatură, umiditate, presiune, vibrații, nivelul de murdărie sau coroziune, care pot influența performanța echipamentului.

2. Planificarea Testelor:

Elaborarea unui plan detaliat care să cuprindă scenariile de testare și parametrii specifici care trebuie evaluați în fiecare mediu.

Definirea duratei testelor și a condițiilor specifice care vor fi simulate pentru a reproduce cât mai fidel condițiile reale de funcționare.

3. Teste de Funcționare și Performanță:

Teste de operare normală: Verificarea funcționării echipamentului în condiții optime pentru a evalua performanța într-un mediu reprezentativ.

Teste sub sarcină: Evaluarea comportamentului și performanței echipamentului atunci când este supus unor sarcini variate sau solicitări specifice.

4. Teste de Fiabilitate și Durabilitate:

Teste de durată: Rularea continuă sau pe termen lung a echipamentului pentru a evalua fiabilitatea și durabilitatea acestuia în condiții de funcționare constante sau variate.

Teste de încălzire și răcire repetată: Verificarea comportamentului echipamentului în condiții de schimbare a temperaturii pentru a evalua rezistența la stres termic.

5. Teste de Mediu și rezistență:

Teste de rezistență la mediu: Examinarea comportamentului echipamentului în medii cu niveluri ridicate de umiditate, praf, coroziune sau alte condiții agresive.

Teste de rezistență la vibrații și șocuri: Evaluarea rezistenței la vibrații și impact pentru a simula condiții de transport sau utilizare în medii instabile.

6. Analiză și Raportare:

Documentarea tuturor rezultatelor testelor și a observațiilor relevante într-un raport detaliat.

Analiza datelor pentru a identifica problemele sau limitările și pentru a propune eventualele îmbunătățiri.

7. Iterații și Corectări:

Bazat pe rezultatele testelor, se pot efectua modificări sau ajustări pentru a îmbunătăți performanța sau fiabilitatea echipamentului.

Repetarea testelor pentru a valida și verifica eficacitatea modificărilor aduse.

Testarea echipamentului pilot în medii reprezentative pentru condiții reale de funcționare este esențială pentru a asigura că acesta îndeplinește standardele și cerințele așteptate înainte de a fi introdus pe piață sau utilizat într-un mediu de producție real.



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



2. Testarea motoarelor electrice din cadrul Instalației pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă

Testarea pompelor mecanice de cimentare în industria de foraj implică verificarea funcționării corecte a acestora pentru a asigura performanța optimă în condiții de utilizare specifice. Iată câteva proceduri comune de testare pentru pompele mecanice de cimentare:

Teste de Funcționare a Pompei verificarea funcționării motorului și a sistemului de acționare, testarea presiunii și debitului pentru a asigura că pompa funcționează la parametrii specificați.

Teste de Etanșeitate verificarea etanșeității sistemului pentru a preveni scurgerile sau pierderile de presiune.

Teste de Rezistență la Presiune aplicarea unei presiuni superioare la sistem pentru a evalua rezistența acestuia și a asigura că poate gestiona presiunile din timpul operațiunilor de foraj.

Teste de Durabilitate și Fiabilitate teste efectuate pe o perioadă mai lungă de timp pentru a evalua durabilitatea pompei în condiții continue de operare.

Teste de Precizie a Dozării și Amestecului verificarea preciziei și consistenței amestecului de ciment pentru a asigura calitatea procesului de cimentare.

Teste de Temperatură și Rezistență la Mediu evaluarea comportamentului pompei în condiții de temperatură variabile și în diverse medii pentru a asigura funcționarea corectă în condiții de teren diverse.

Teste de Asamblare și Dezamblare verificarea ușurinței de asamblare și dezamblare a pompei pentru întreținere și reparații.

Teste de Control și Siguranță verificarea sistemului de control al pompei și a funcțiilor de siguranță pentru a asigura operațiuni sigure și fără incidente.

Teste de Rezistență la Coroziune și Uzură evaluarea materialului și tratamentelor de suprafață pentru a asigura rezistența la coroziune și uzură în medii agresive.

Teste de Lubrifiere și Sistem de Răcire verificarea sistemului de lubrifiere și răcire pentru a asigura funcționarea corectă și durabilitatea componentelor critice ale pompei.

Verificarea Documentației și Certificării asigurarea că documentația de testare și certificările pentru pompe sunt complete și conforme cu standardele și reglementările relevante.

Testarea motoarelor electrice este esențială pentru a asigura funcționarea corectă și sigură a acestora în diverse aplicații industriale sau comerciale. Iată câteva proceduri comune de testare pentru motoarele electrice:

Teste de Continuitate și Rezistență: Verificarea conexiunilor electrice pentru a asigura că nu există întreruperi în circuit. Măsurători de rezistență: Utilizarea multimetrului pentru a măsura rezistența între terminalele motorului și a verifica dacă valorile sunt în intervalul specificat.

Teste de Izolație: Utilizarea unui instrument specializat pentru a testa izolația între bobine și între bobine și carcasă pentru a evita scurtcircuiturile și defectiunile.

Teste de Tensiune și Curent: Teste de tensiune nominală: Alimentarea motorului cu tensiunea nominală pentru a verifica funcționarea la parametrii specificați. Măsurători de curent: Verificarea curentului consumat de motor în diverse condiții de funcționare.

Teste de Încălzire și Timp de Funcționare: Verificarea temperaturii motorului în timpul funcționării pentru a evalua încălzirea excesivă sau abaterile termice. Teste de timp de funcționare: Rularea motorului pentru perioade prelungite pentru a evalua performanța și fiabilitatea în timp.

Teste de Vibrație și Zgomot: Verificarea nivelului de vibrație pentru a identifica eventualele probleme de echilibrare sau montaj. Evaluarea nivelului de zgomot produs de motor pentru a identifica abaterile față de limitele normale.

Teste de Eficiență și Putere: Calcularea eficienței motorului în condiții specifice de sarcină pentru a evalua performanța energetică. Verificarea puterii motorului în diverse condiții de operare.

Teste de Funcționalitate și Control: Verificarea funcționării corecte a sistemului de pornire și oprire a motorului. Testarea funcționalității și eficacității sistemelor de control al motorului.

Teste de Supraîncălzire și Protecție: Verificarea funcționării corecte a dispozitivelor de protecție împotriva supraîncălzirii. Verificarea funcționării corespunzătoare a dispozitivelor de protecție împotriva evenimentelor neașteptate.

Testare soluție acționare electrică, antrenare mecanică și componente de uzură pompă din cadrul Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă care sunt testate conform BS EN 60204-1-2018.

Pe baza proiectelor pentru fiecare componentă și subansamblu se realizează practic:

- Testarea soluțiilor inovatoare realizate pentru instalația de cimentare și operații speciale la sonde se adresează tuturor subansamblurilor și componentelor, pe întreg ciclul lor de realizare.
- Înainte de testare, colectivul de cercetare și implementare va stabili manuale de testare pentru fiecare subansamblu, cu fișe în care vor fi trecute rezultatele obținute și persoanele care certifică rezultatele.
- Se va testa fiecare componentă în parte din punct de vedere dimensional imediat după producere, pentru a certifica păstrarea condițiilor impuse prin proiectul respectiv. În acest mod, eventualele deficiențe de realizare fizică pot fi îndreptate fără a periclita termenele de finalizare ale activității respective.
- Se vor testa componentele de uzură cu acoperiri speciale în condiții similare cu cele la care vor lucra, în special acidificări și nisip, pentru a observa comportarea acoperirilor la suprafețele de contact cu substanțele erozive.
- Se vor testa elementele noi de etansare în cadrul instalației de verificare la presiune a componentelor, instalație din dotarea PETAL S.A.. Astfel, se va aprecia calitatea materialelor și a concepției tehnologice de realizare, cu posibilitatea remedierii rapide a eventualelor deficiențe.
- Se va testa sistemul de antrenare mecanică pe bancul de testare existent la PETAL S.A. pentru a observa funcționarea lanțului cinematic realizat pe baza noilor inovări.
- La sistemul electric de acționare vor fi testate separat, în momentul realizării componentei respective, atât motorul electric de acționare cât și convertizorul de frecvență.

3. Validarea prin cercetare experimentală a tratamentelor termice pentru componenta principală din ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă.

Plunjerul pompei din cadrul Mecanismului motor prezentat in fig următoare este elementul principal in componența instalației pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă este de dimensiuni și configurații diferite proiectate in funcție de debitul de fluid de cimentare injectat in puțul sondei. Plunjerule sunt solicitate mecanic la comprimare și încovoiere iar din punctul de vedere al uzurii, solicitările principale sunt cavitația și uzura mecanică datorată fluxului de apă cu nisip și aditivi pentru fluidul de cimentare.

Având in vedere costul ridicat al materialelor cu proprietăți mecanice ridicate solicitate de mediul agresiv in care lucrează pompa precum și tehnologia de fabricație complexă a plunjerelor am studiat realizarea acestora din oțel S235J2 SR EN 10025-2:2019 care este ieftin și ușor de prelucrat mecanic pe mașini cu comandă numerică.



Fig. 1 Corp și Plunjer pompă

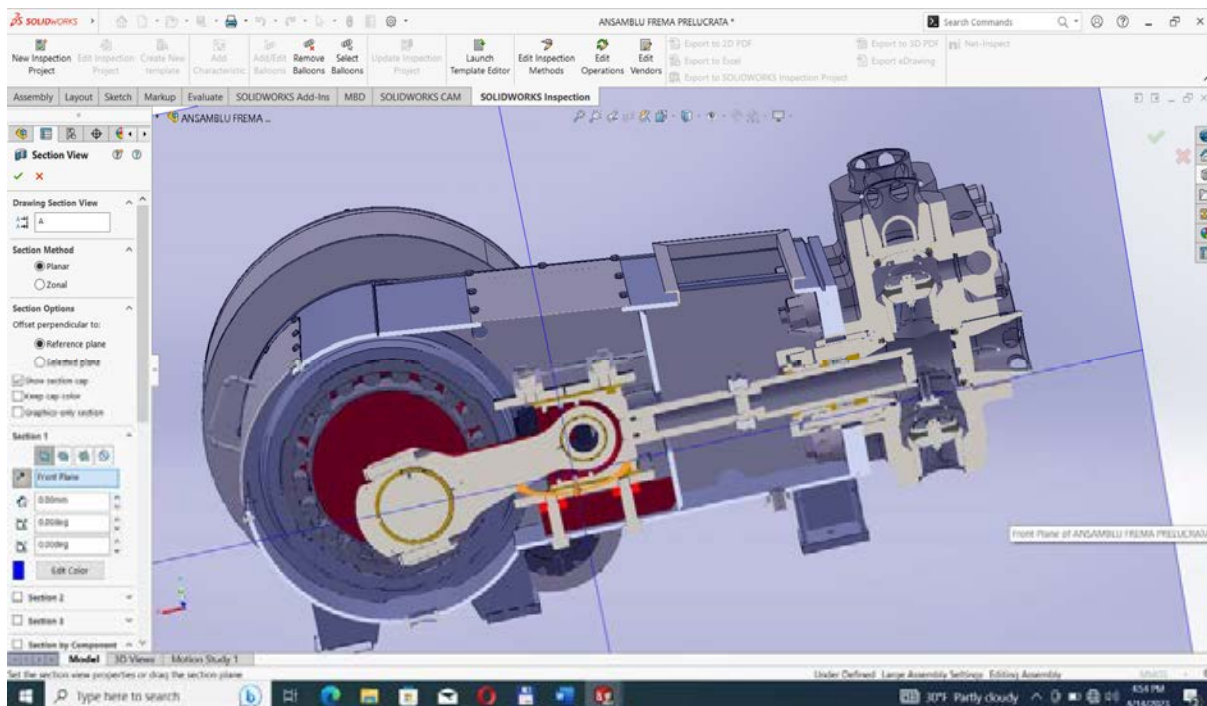
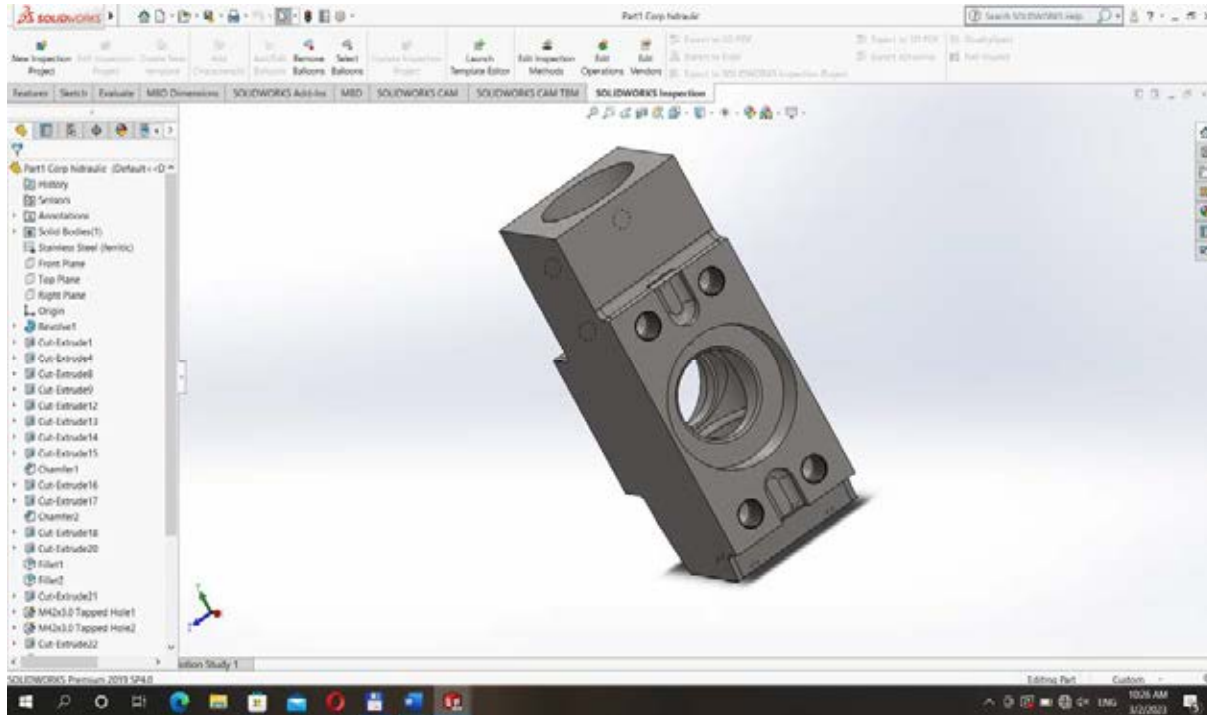


Fig. 2. Modelare si simulare solidworks pompă și corp plunjer

Creșterea durabilității în funcționare și a rezistenței la solicitările mecanice și de uzură necesită:

- realizarea unei durtăți ridicate pe o adâncime mare a stratului de material această proprietate se obține printr-un tratament termic de călire;

- realizarea unei microstructuri a materialului fină cu perlita uniform distribuită sub formă de insule înglobate în masa de ferită pentru obținerea unei tenacități ridicate (pentru preluarea șocurilor mecanice), această caracteristică se obține în urma recoacerii de normalizare.

În scopul validării experimentale a modelului matematic pentru predicția proprietăților mecanice și structurale ale piesei finite și a sistemului pentru conducerea tratamentului termic s-au realizat 18 tratamente termice de normalizare, călire și revenire înaltă pentru plunjerul pompei din care câte 2 tratamente termice clasice, 2 tratamente termice cu structuri de reglare bazate pe algoritmul PID și 2 tratamente termice cu structuri de reglare bazate pe algoritmul predictiv pe un pas.

Parametrii tehnologici ai tratamentelor termice au fost proiectați cu un software de expert, bazat pe modelul matematic pentru predicția proprietăților mecanice și structurale ale piesei tratate termic având ca date de intrare parametrii inițiali ai procesului: compoziția chimică a oțelului de tratat termic, numărul și mărimea semifabricatelor, starea inițială a structurii de piesei, condițiile geometrice și termice impuse piesei și proprietățile mecanice și structurale de obținut după tratamentul termic.

Optimizarea tratamentului termic se face prin reiterarea calculului parametrilor de proces, compararea proprietăților mecanice și structurale ale piesei obținute după simularea tratamentului termic cu valorile reale obținute prin funcționarea cuptorului electric de tratament termic care are implementat un sistem de conducere flexibil cu structură de reglare clasică și reglare bazată pe algoritmul PID și predictiv pe un pas.

Încercările experimentale au fost realizate cu ajutorul unui cuptor electric pentru tratamente termice comandat cu sisteme clasice de reglaj și sisteme cu termoregulate tip PID și predictiv pe un pas.

Pentru încercările și determinările experimentale s-au utilizat probe prelevate din:

- materialul de bază oțel S235J2 din care s-au prelucrat pe un utilaj CNC plunjerul pompei;
- plunjerul pompei tratat termic cu tehnologia clasică;

Micrografia nr: M1- proba 1

tratament termic cu termoregulate

tip predictiv pe un pas

Micrografia nr: M2- proba 2

tratament termic cu termoregulate

tip predictiv pe un pas

Figura 14. Imagine SEM a materialului din plunjerul pompei tratat termic în cuptorul de tratament termic comandat cu termoregulate tip predictiv pe un pas

Din analiza probelor prin microscopie electronică SEM se constată că în cazul tratamentului termic clasic grăunții de perlită sunt grosolani distribuiți neuniform în matricea de ferită din acest motiv proprietățile mecanice ale materialului plunjerul pompei sunt reduse, piesa are un timp de bună funcționare mic, o durabilitate redusă și o rezistență mecanică mică.

În cazul tratamentului termic realizat în cuptorul de tratamente termice comandat de sisteme de conducere cu termoregulate de tip PID și predictiv pe un pas structura materialului este formată din grăunți cristalini de perlită fini uniformi distribuiți în matricea de ferită, proprietățile mecanice sunt superioare piesele au o rezistență mare la uzură mecanică și o tenacitate ridicată.

7. Analiza proprietăților mecanice ale materialului plunjerul pompei tratat termic.

Cercetările de duritate pentru epruvetele prelevate din plunjerul pompei executat din oțel S235J2, după tratamentul termic realizat în cuptorul de tratament termic condus de sistemul cu termoregulate tip PID și respectiv predictiv pe un pas s-au realizat pe un durimetru Wilson Wolpert - model 751N care măsoară duritatea în sistemele HB, HV, HRC, HRB, HRA, HL.

Durimetrul este prevăzut cu un penetrator cu forma dată care se imprimă, sub o sarcină inițială F_0 în material, dispozitivul de măsurare a adâncimii de penetrare se aduce la zero și se aplică pe penetrator suprasarcina F_1 .

Tabelul 2. Extras din STAS 7057-78 (EN ISO 6507)

Simbol	Penetrator	Sarcina [daN], [kgf]		Valoarea unității 1HR= μ m	E	Domeniul de utilizare
		inițială	totală			
0	1	2	3	4	5	6

HRB	Bilă de oțel =1,588 mm	9,8(10)	9,80(100)	2	130	Metale neferoase, oțeluri netratate și tratate, fonte.
HRF			147,1(150)			
HG			58,8(60)			

După epuizarea curgerii materialului, vizibilă la dispozitivul de măsurare a adâncimii pătrunderii prin oprirea practic completă a mișcării indicatorului, se îndepărtează suprasarcina F_1 și se măsoară adâncimea remanentă de pătrundere a penetratorului în material.

Inercarea la duritate s-a realizat pe un lot de 6 probe prelevate din 3 plunjere de pompă realizate din același material și care au fost tratate termic individual în cuptorul de tratament termic care a fost comandat succesiv cu sistem clasic de comandă, cu sistem de comandă cu regulator tip PID și cu sistem de comandă cu regulator tip predictiv pe un pas.

Duritatea HB s-a măsurat în 5 puncte pentru a include toată secțiunea plunjerului pompei, cu sarcina de 9,8[daN], conform STAS 7057-78 (EN ISO 6507) iar valorile luate în discuție constituie media a 5 determinări.

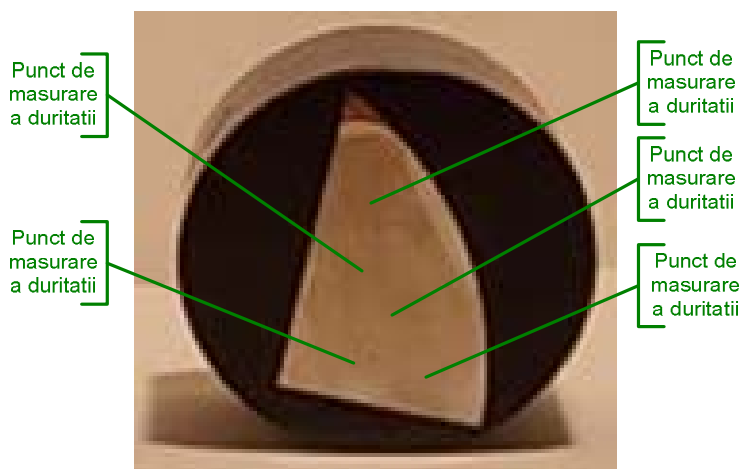


Fig. 15. Stabilirea punctelor de măsurare a durității pentru epruvetele prelevate din plunjerul pompei realizată din oțel S235J2

La așezarea probelor trebuie să se țină seama de trei condiții principale: perpendicularitatea suprafeței față de direcția de acționare a penetratorului, imobilitatea piesei sub acțiunea sarcinii, evitarea deformării piesei sub acțiunea sarcinii.

Tabelul 3. Centralizarea datelor experimentale cu valorile durtății HB ale epruvetelor

Simbol epruvetă		Punctul de măsură - valoare durtate HB					Durtatea medie	
		1	2	3	4	5		
A	proba 1	221	237	241	221	223	228,6	231,5
	proba 2	221	247	239	234	231	234,4	
B	proba 1	241	238	242	239	244	240,8	240,4
	proba 2	239	240	241	238	242	240,0	
C	proba 1	243	246	245	244	247	245,0	244,8
	proba 2	242	247	245	246	243	244,6	

Din analiza rezultatelor experimentale obținute respectiv valorile medii ale durtății HB pentru fiecare epruvetă în parte se poate afirma că durtatea medie a pieselor normalizate în cuptoare cu sistem de conducere bazat pe tehnologiile clasice este de 228,6 HB pentru proba prelevată din piesa A1 și 234,4 HB pentru proba prelevată din piesa A2 spre deosebire de durtatea pieselor supuse tratamentului termic de normalizare în cuptoare cu sistem de conducere cu termoregulate tip PID unde pentru proba prelevată din piesa B1 durtatea medie este 240,8 HB iar pentru proba prelevată din piesa B2 durtatea medie este 240,0 HB iar în cuptoare cu sistem de conducere cu termoregulate tip predictiv pe un pas durtatea medie pentru proba prelevată din piesa C1 este 245 HB respectiv durtatea medie pentru proba prelevată din piesa C2 este 244,6 HB. Am calculat media celor două probe prelevate din pale pentru tratamentul clasic și tratamentele termice cu regulate tip PID și predictiv pe un pas.

În conformitate cu datele prezentate în standardele de specialitate durtatea oțelului S235J2 din care sunt realizate plunjerul pompei, pentru tratamentul de normalizare este de 235 HB, comparând rezultatele obținute se constată că în cazul tratamentului clasic de normalizare durtatea medie este de 231,5 HB mai mică decât cerințele din standard, iar în cazul tratamentului termic de normalizare valorile medii sunt 240,4 HB pentru termoregulate PID și 244,8 HB pentru termoregulate predictiv pe un pas, valori superioare cerințelor din standard.

b) Determinarea durtății plunjerului pompei în urma tratamentului termic final de călire în ulei urmată de o revenire înaltă.

În figurile 20...22 se prezintă punctele de măsurare a durtății și diagramele de variație a durtății HB pentru epruvetele: A, B și C obținute în urma tratamentelor de călire urmate de revenire înaltă.

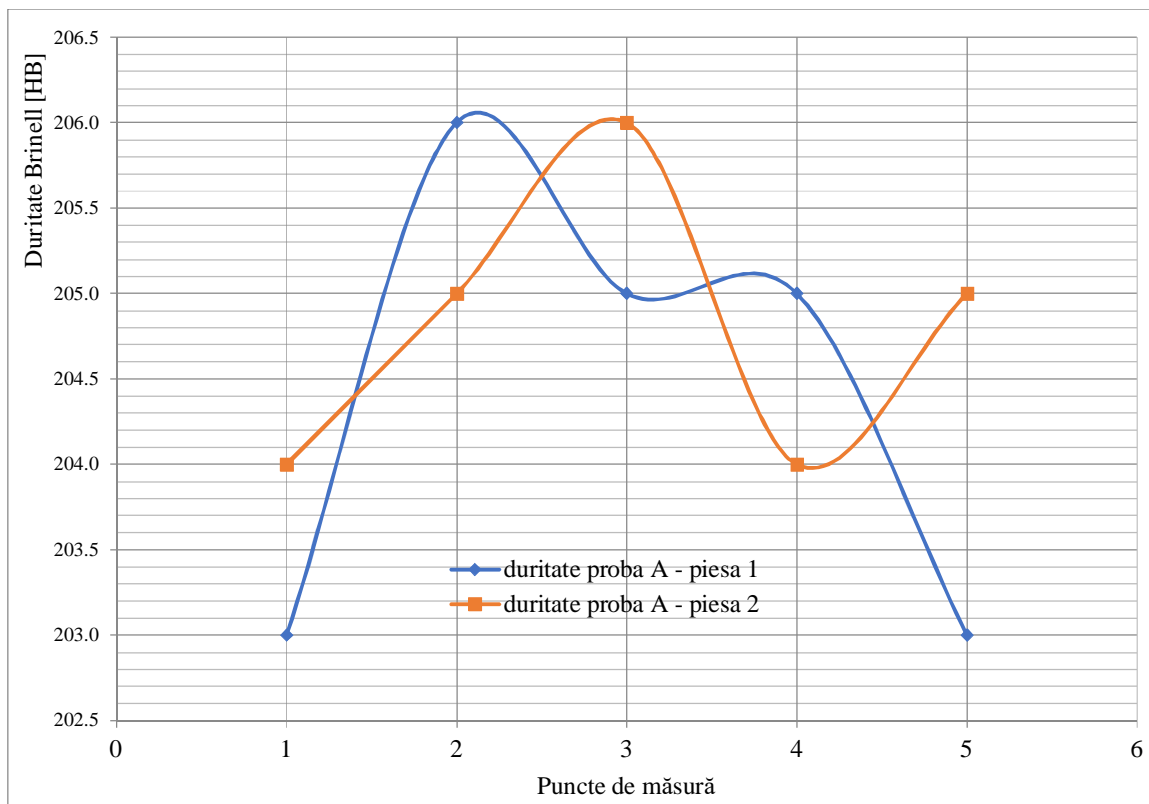


Fig. 20. Diagrama de variație a durtății HB în funcție de punctele de măsurare pentru Proba A – călire tehnologie clasică - TC

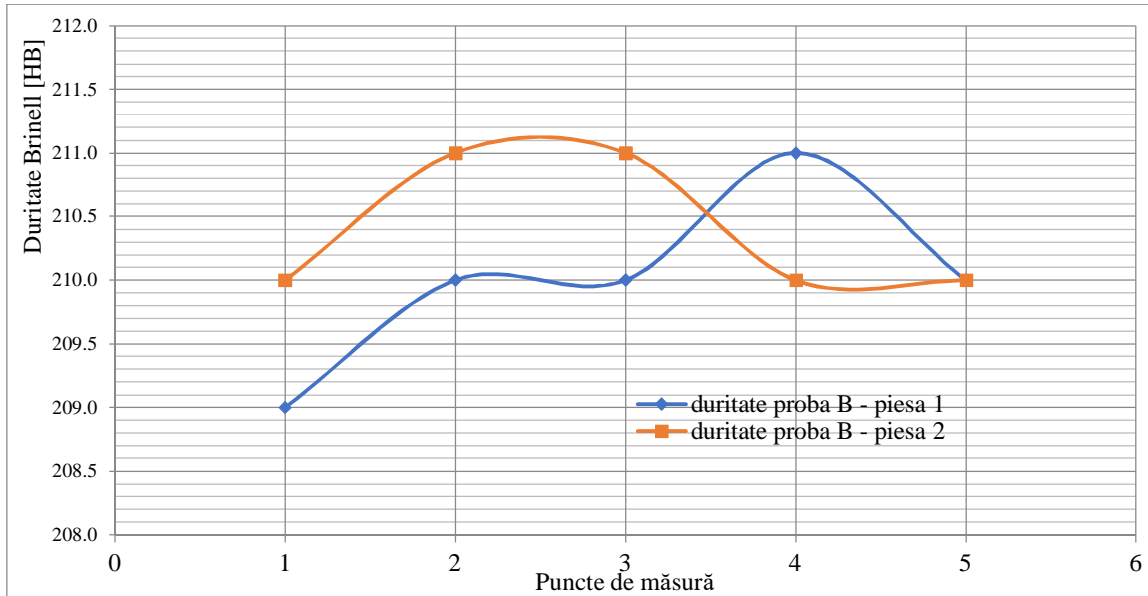


Fig. 21. Diagrama de variație a durității HB în funcție de punctele de măsurare pentru Proba B - tratament termic de călire realizat cu sistem de comandă cu regulator tip PID - TPid;

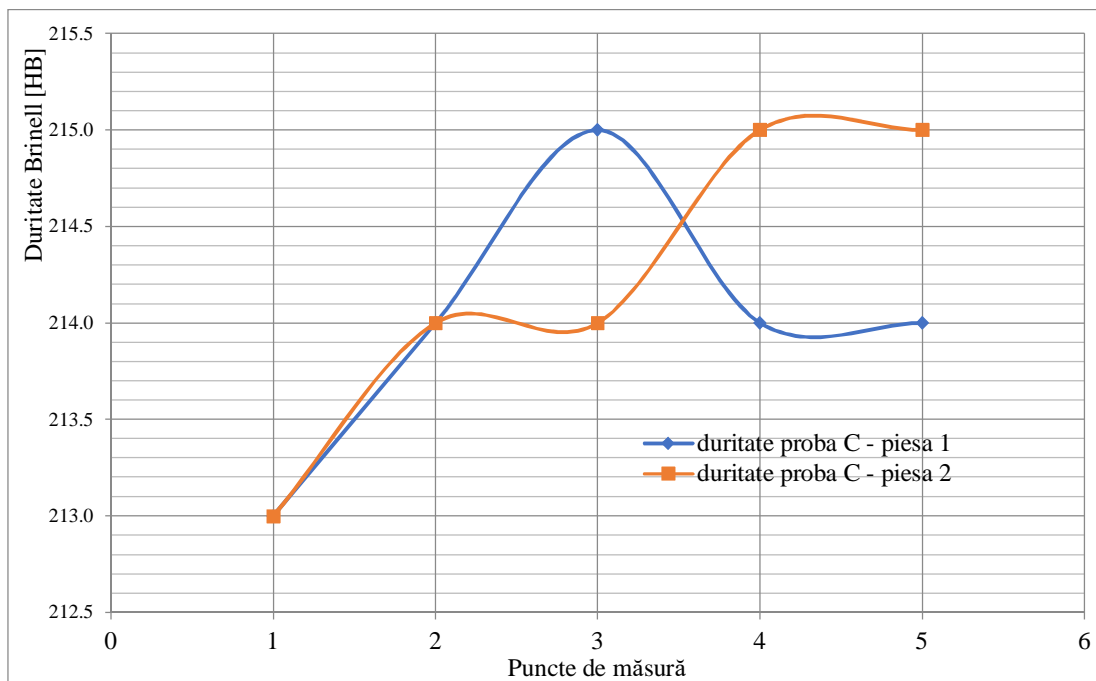


Fig. 22. Diagrama de variație a durității HB în funcție de punctele de măsurare pentru Proba C- tratament termic de călire realizat cu sistem de comandă cu regulator tip predictiv pe un pas - Tpid-pred.

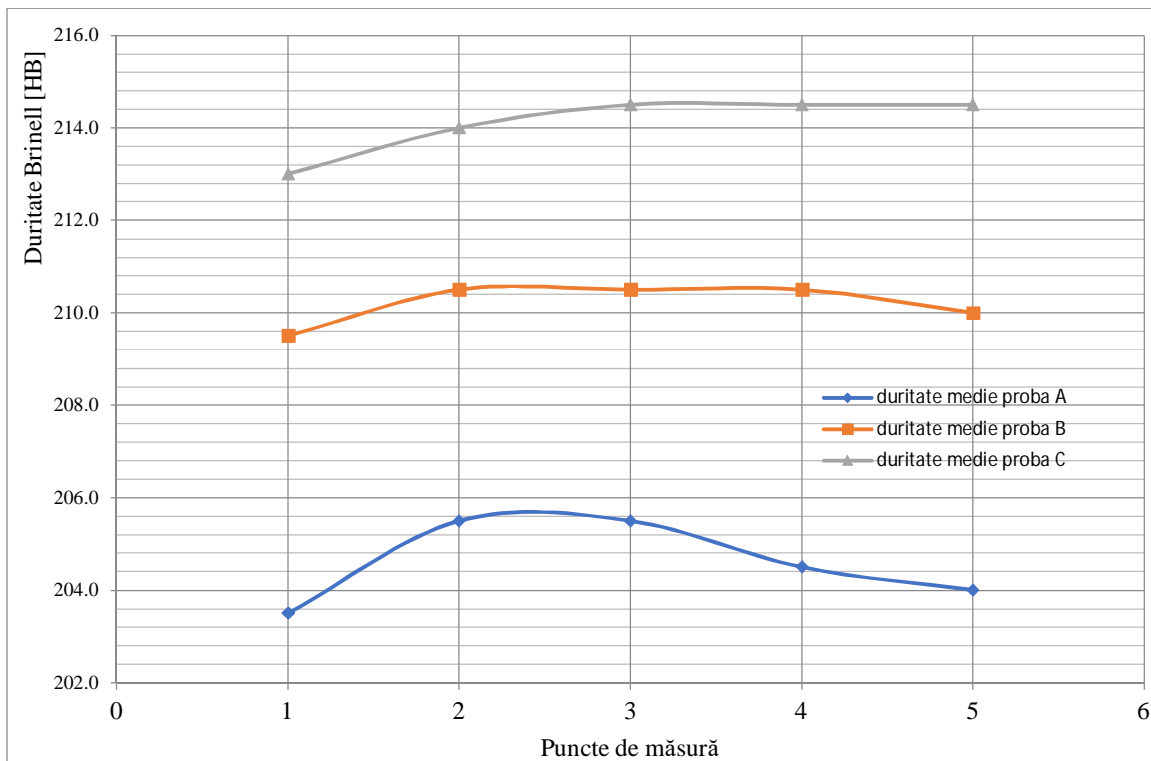


Fig. 23. Diagrama cumulată a durității HB pentru epruvetele luate în discuție A, B și C în funcție de punctele de măsurare (tratament de călire și revenire înaltă)

Am calculat media celor două probe prelevate din pale pentru tratamentul clasic și tratamentele termice cu reglatoare tip PID și predictiv pe un pas.

În conformitate cu datele prezentate în standardele de specialitate duritatea oțelului S235J2 din care sunt realizate plunjerul pompei pentru tratamentul de călire urmat de revenire înaltă este de 207 HB, comparând rezultatele obținute se constată că în cazul tratamentului clasic final de călire urmat de revenire înaltă duritatea medie este de 204,6 HB mai mică decât cerințele din standard, iar în cazul tratamentului termic de călire realizat în cuptoare cu sisteme evaluate valorile medii sunt 210,2 HB pentru termoreglatoare PID și 214,1 HB pentru termoreglatoare predictiv pe un pas, valori superioare cerințelor din standard.

Precizăm că există o bună concordanță între duritate și caracteristicile mecanice de rezistență și plasticitate ale piesei deci o duritate ridicată și o distribuție uniformă a fazelor microcristaline (ferita și perlita) garantează o durabilitate și tenacitate ridicată a piesei cu efect pozitiv asupra timpului de

Microstructura materialului din plunjerul pompei tratat termic în cuptorul de tratament termic comandat cu sisteme clasice este compusă din grăunți cristalini monofazici de ferită care au suprafață plană și grăunți de perlită care sunt un amestec de două faze și se prezintă în relief, microstructura este specifică unui oțel supraîncălzit, se identifică separații de ferită în jurul precipitatelor, structura este necorespunzătoare din punct de vedere al proprietăților mecanice.

Microstructura materialului din plunjerul pompei tratat termic în cuptorul de tratament termic comandat cu termoregulate tip PID și predictiv pe un pas este formată din ferită și perlită uniform distribuită, transformarea austenitei în perlită s - a realizat sub formă de insule înglobate în masa de ferită, acest lucru determină proprietăți mecanice superioare. Diferența între aceste două tipuri de tratamente constă în uniformitatea mult mai mare a structurii și o finețe ridicată în cazul tratamentului termic condus de termoregulate predictiv pe un pas.

Din analiza probelor prin microscopie electronică SEM se constată că în cazul tratamentului termic clasic grăunții de perlită sunt grosolani distribuiți neuniform în matricea de ferită din acest motiv proprietățile mecanice ale materialului plunjerului pompei sunt reduse, piesa are un timp de bună funcționare mic, o durabilitate redusă și o rezistență mecanică mică.

În cazul tratamentului termic realizat în cuptorul de tratamente termice comandat de sisteme de conducere cu termoregulate de tip PID și predictiv pe un pas structura materialului este formată din grăunți cristalini de perlită fini uniformi distribuiți în matricea de ferită, proprietățile mecanice sunt superioare piesele au o rezistență mare la uzură mecanică și o tenacitate ridicată.

Principala proprietate mecanică a materialului piesei tratate termic o reprezintă duritatea, din analiza rezultatelor experimentale obținute respectiv valorile medii ale durității HB pentru fiecare epruvetă în parte se poate afirma că duritatea medie a pieselor normalizate în cuptoare cu sistem de conducere bazat pe tehnologiile clasice este de 228,6 HB pentru proba prelevată din piesa A1 și 234,4 HB pentru proba prelevată din piesa A2 spre deosebire de duritatea pieselor supuse tratamentului termic de normalizare în cuptoare cu sistem de conducere cu termoregulate tip PID unde pentru proba prelevată din piesa B1 duritatea medie este 240,8 HB iar pentru proba prelevată din piesa B2 duritatea medie este 240,0 HB iar în cuptoare cu sistem de conducere cu termoregulate tip predictiv pe un pas duritatea medie pentru proba prelevată din piesa C1 este 245 HB respectiv duritatea medie pentru proba prelevată din piesa C2 este 244,6 HB. Am calculat media celor două probe prelevate din pale pentru tratamentul clasic și tratamentele termice cu regulate tip PID și predictiv pe un pas.

Cap. 5. Diagrame de testare Ansamblul echipament și Standurile pe care se face testarea Ansamblul echipament

- Diagrame de testare Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă
- Imagini cu Standuri de testare pentru Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă

Standurile pe care se face testarea Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă imaginile detaliate se regăsesc în Anexa 4

In imaginile de ansamblu cu instalatia standurile se regăsesc în partea stângă lângă dulapul de comandă al motorului electric



Fig 1- Standuri testare Instalatie de cimentare in zona dulapuri electrice



Fig .2- Instalatie de cimentare ansamblu vedere laterala



Fig 3- Instalatie de cimentare ansamblu



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





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



























Bibliografie:

- [1]. Aloman, A., Șaban, R., Dumitrescu, C., Bane, M. - Tratat de știința și ingineria materialelor metalice Antetitlu: Academia de Științe Tehnice din România. vol. I și II, ISBN:978-973-720-064-0, București, 2006
- [2]. Antonio Carlos Buriti da Costa, Angelus Giuseppe Pereira da Silva, Uíflame Umbelino Gomes - Analysis of the Structure of a Hard Metal: A Simple Method of Relating Properties, Stereological Structures Materials Research, Vol. 8, No. 2, 2005, pag. 131-134.
- [3]. Aronov, M.A., Kobasko, N.I., Powell, J.A., Wallace, J.F., Schwam, D. - Practical Application of the Intensive Quenching Technology for Steel Parts, Industrial Heating, 1999, pag. 59-63.
- [4]. Avram, P., Imbrea, M. S., Istrate, B., Strugaru, S. I., Cucuș, I., Axinte, C., Munteanu, C. - Wear Resistance and XRD Analyses of CMoCuNiCrSiBO Coatings Obtained by Thermal Deposition on OLC45 Substrate, Applied Mechanics and Materials Vol. 659 (2014), pag.10-15. © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.659.10
- [5]. Avram, P., Imbrea, M. S., Istrate, B., Strugaru, S. I., Cucuș, I., Axinte, C., Munteanu, C. - Wear Resistance and XRD Analyses of CNiCrSiBO Coatings Obtained by Thermal Deposition on OLC45 Substrate, Applied Mechanics and Materials Vol. 659 (2014), pag. 16-21, © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.659.16.
- [6]. Banka, A., Franklin, J., Li, Z., Ferguson, B.L., Aronov, M. - Apag.lying CFD to Characterize Gear Response during Intensive Quenching Process, Proceedings of the 24th ASM Heat Treating Society Conference, 2007, pag. 147-155.
- [7]. Bammann, D. - Development of a Carburizing and Quenching Simulation Tool: A Material Model for Carburizing Steels Undergoing Phase Transformations, Proceedings of the 2nd International Conference on Quenching and the Control of Distortion, 1996, pag. 367-375.
- [8]. Barabina, M., Ferrari G. - Experimentation of regulation advanced techniques for dereator control off a power plant, Automazione e Strumentazione, Italia, 2010.
- [9]. Brooks, B.E., Beckermann, C. - Prediction of Heat Treatment Distortion of Cast Steel C-Rings, in Proceedings of the 61st SFSA Technical and Operating Conference, Paper No. 4.5, Steel Founders' Society of America, Chicago, IL, 2007, pag. 1-30.

- [10]. Carlone, P., Palazzo, G. S. - Development and Validation of a Thermo-Mechanical Finite Element Model of the Steel Quenching Process Including Solid-Solid Phase Changes, *Int. Apag.l. Mech.* 46, 2011, pag. 955-971.
- [11]. Chiriac, F., Leca, A., Pop, M., Badea, A., Luca, L., Antonescu, N. - *Procese de transfer de căldură și de masă în instalațiile industriale*, Editura Tehnică, București, 1982.
- [12]. Cucos, I., Munteanu, C., Avram, P. - The Advanced System for Conducting the Electric Furnaces for Heat Treatments *Apag.l.ied Mechanics and Materials Vol. 659 (2014) pag. 359-364*, © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.659.359
- [13]. Cucos, I., Munteanu, C. - The experimental researches of advanced systems for managing thermosensitive heat treatments, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials (ISI)*, Vol 17, No. 3-4, March-April 2015, pag. 409-420 (ISI); ISSN: 14544164.
- [14]. Cucos, I., Munteanu, C. - The management systems for conducting heat treatment furnaces with PID one step ahead, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, iss. 5-6/2015, (ISI); ISSN: 14544164.
- [15]. Cucos I., Munteanu C., Mirea C. - The electric furnaces for heat treatment with PID predictiv system, *Applied Mechanics and Materials*, 2015, (2015) Trans Tech Publications, Switzerland;
- [16]. Ferguson, B.L., Li, Z., Freborg, A.M. - Modeling heat treatment of steel parts *Computational Materials Science* 34, 2005, pag. 274-281.
- [17]. Freborg, A., Ferguson, B., Li, Z. - Bending Fatigue Strength Improvement of Carburized Aerospace Gears, *Proceedings of the 23rd ASM HTS Conference*, 2005, pag. 186-195.
- [18]. Ferguson, B., Freborg, A., Li, Z. - Residual Stress and Heat Treatment-Process Design for Bending Fatigue Strength Improvement of Carburized Aerospace Gears, *Proceeding of 5th International Conference on Quenching and Control Distortion*. IFHTSE Press, Berlin, 2007, pag. 95-104.
- [19]. Geru, N., Chircă, D., Marin, M., Bane, M. - *Materiale metalice : Structură, proprietăți, utilizări*, Editura Tehnică București, 1985
- [20]. Geru, N., Bane, M., Coșmeleață, G., Gurgu, C. - *Analiza structurii materialelor metalice*, Editura Tehnică, ISBN: 973-31-0282-2, București, 1991
- [21]. Gherghely, M., Reti, T., Somogyi, S., Konkoly, T. - *Aide au choix d'acier par calcul des caracterisque mecanique, Traitement Thermique*, Franța, 1992.

- [22]. Gergely, M., Somogyi, S., Konkoly, T. - Computerized Properties Prediction and Technology Planning in Heat Treatment of Steels ASM Handbook, Volume 4: Heat Treating, ASM Handbook Committee, DOI: 10.1361/asmhba0001190, 1991, pag. 638-656.
- [23]. Giacomelli, I., Bormambet, M., Zamfirescu, G. - Materiale și tratamente termice pentru produse sudate, O. U. P, Constanța, 2004.
- [24]. Giacomelli, I. - Fizica metalelor , Editura Universitatii Transilvania din Brasov, Brasov, 2006.
- [25]. Harnischmacher, G., Marquardt, W. - Nonlinear model predictive control of multivariable processes using block-structured models, Control Engineering Practice 15, 2007, pag. 1238-1256
- [26]. Hai L. Yu, Jin W. Kang, Tian Y. Huang - Simulation and Control of Distortion of Hydro Turbine Blade Steel Casting in Heat Treatment Process, Materials Science Forum (Volumes 706-709), 10.4028/www.scientific.net/MSF.706 -709.1580, 2012, pag.1580-1585.
- [27]. Hai L. Yu, Jin W. Kang, Shi X. Huang, Tian Y. Huang - Integrated Simulation of Castings Deformation during Casting and Heat Treatment Processes, Advanced Materials Research, Volumes 148-149, 10.4028/www.scientific.net/AMR.148 -149.103, 2010, pag.103-107.
- [28]. Hai-liang Yu, Jin-wu Kang, Tian-jiao Wang, Ji-yu Ma, - Distortion Behavior of a Heavy Hydro Turbine Blade Casting During Forced Air Cooling in Normalizing Treatment Process, Journal of Materials Engineering and Performance, Volume 21, Issue 1, 2012, pag. 55-61.
- [29]. Huan, Y. He, Ke, Sun, Yong, Ma, Liang, Zhang - Self -Starting Performance Numerical Analysis of Fixed - Pitch Vertical Axis Hydro -Turbine, Applied Mechanics and Materials (Volume 535), 10.4028/www.scientific.net/AMM.535.102, 2014, pag. 102-105.
- [30]. Inoue, T., Arimoto, K. - Development and Implementation of CAE System “HEARTS” for Heat Treatment Simulation Based on Metallo-Thermo Mechanics, Journal of Materials Engineering and Performance, 6. 1997, pag. 51-60.
- [31]. Li, Z., Ferguson, B., Freborg, A. - Data Needs for Modeling Heat Treatment of Steel Parts, Proceedings of Materials Science & Technology Conference, 2004, pag. 219-226.
- [32]. Lohe, D., Lang, K.H., Vohringer, O. - Residual Stresses and Fatigue Behavior, Handbook of Residual Stress and Deformation of Steel, ASM International, 2002, pag. 27-53.
- [33]. Lusk, M., Wang, W., Sun, X.G., Lee, Y.K. - On the Role of Kinematics in Constructing Predictive Models of Austenite Decomposition, Proceedings of TMS, Warrendale, PA, 2003, pag. 311- 331.

- [34]. Kirkaldy, J.S., Venugopalan, D. - Prediction of Microstructure and Hardenability in Low Alloy Steels, in Phase Transformations in Ferrous Alloys, The Metallurgical Society of AIME, 1984, p 125-148.
- [35]. Maynier, Ph., Dollet, J., Bastien, P. - Prediction of Microstructure via Empirical Formulae Based on CCT Diagrams, in Hardenability Concepts with Applications to Steel, Ed. Metallurgical Society of AIME, 1978, p 163-178.
- [36]. Martineau, S., Burnham, K.J., Haas, O.C.L., Heeley, A. - Fourterm bilinear PID controller applied to an industrial furnace Control Engineering Practice 12, 2004, pag. 457- 464.
- [37]. Mahfoufa, M., Jameia, M., Linkensa, D.A., Tennerb, J. - Inverse modelling for optimal metal design using fuzzy specified multi-objective fitness functions, Control Engineering Practice 16, 2008, pag. 179-191.
- [38]. Potecașu, F. - Știința și ingineria materialelor, Editura Europlus, Galați, 2006;
- [39]. Qiang, Gu, Zhong, Rui, Dong- ying, Ju - Development of materials database system for cae system of heat treatment based on data mining technology, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 16, 2006, pag. 572-576.
- [40]. Qing Rui Meng, Jian Wang, Dao Ming Wang, Kai Wang, Bao Cheng Song - Study on BP Neural Network PID Control for Hydro-Viscous Drive System, Advanced Materials Research (Volumes 860-863), 10.4028/www.scientific.net/AMR.860- 863.1525, 2013, pag. 1525-1529.
- [41]. Trzaska, J., Dobrzanski, L.A., Jagiello, A. - Computer programme for prediction steel parameters after heat treatment , Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, volume 24 Issue 2, 2007, pag. 171-174.
- [42]. Trzaska, J. - Calculation of the steel hardness after continuous cooling, Archives of Materials Science and Engineering, volume 61, Issue 2, 2013, pag 87-92.
- [43]. Trzaska, J., Sitek, W., Dobrzanski, L.A. - Selection method of steel grade with required hardenability Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, volume 17 Issue 1-2, 2006, pag. 289-292.
- [44]. Trzaska, J., Dobrzanski, L.A. - Modelling of CCT diagrams for engineering and constructional steels, Journal of Materials Processing Technology 192-193, 2007, pag. 504-510.
- [45]. Vermeșan, G. - Tratamente termice, Editura Dacia, Cluj Napoca, 1998.

- [46]. Vermeșan, H., Mudura, P., Vermeșan, G., Berar, A. I., - Bazele teoretice ale tratamentelor termice, Editura Universității din Oradea, ISBN 973 -8083-91 -5, 2001.
- [47]. Zhanli, Guo, Richard, Turner, Alisson, D. Da Silva, Nigel, Sauders, Florian, Schroeder, Paulo, R. Cetlin, Jean- Philipag.e Schillé - Introduction of Materials Modelling into Processing Simulation, Materials Science Forum Vol. 762, Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.762.266, 2013, pag. 266-276.
- [48]. Wang Wei, Han- Xiong Li, Jingtao Zhang - A hybrid apag.roach for supervisory control of furnace temperature, Control Engineering Practice 11, 2003, pag. 1325-1334.
- [49]. Warke, V., Sisson, R., Makhlof, M. - FEA Model for Predicting the Response of Powder Metallurgy Steel Components to Heat Treatment, Mater.Sci.Eng., A, 518(1-2), 2009, pag. 7-15.
- [50]. Wikstrom, P., Blasiak, W., Berntsson F. - Estimation of the transient surface temperature and heat flux of a steel slab using an inverse method, Apag.lied Thermal Engineering 27, 2007, pag. 2463-2472.
- [51]. xxx - ASM Handbook, Vol. 4: Heat Treating, ASM International, 1991 ASM International Library of Congress.
- [52]. xxx - Matlab-Simulink (MATLAB®) Mediu de dezvoltare si simulare pentru sisteme automate (<http://www.mathworks.com/control-systems>)
- [53] V Cristea, I Gradisteanu, N Peligrad ; Instalatii si utilaje pentru forarea sondelor; Editura tehnica Bucuresti 1985;
- [54] Pompe triplex cu plungere –“ Carte tehnica “– Arhiva ;
- [55] Arhiva IPCUP
- [56]. I Gheghea, B.Plahteanu, C.Mitoșeriu, A.Ghionea, Mașini-Unelte și Agregate, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983;
- [57]. I.A. Grigoriev, E.R.Dvoretzki, Controlul dimensional în construcția de mașini, Editura Tehnica, București, 1961;
- [58]. P.K.Joshi, Machines handbook, design and operation, Tata McGraw Hill Handbooks, New Delhi, India, 2007
- [59]. Ron. A.Walsh, Handbook of machining and metalworking calculations, McGraw Hill, New York, U.S.A. 2001

[60]. Mikel P.Groover, Fundamentals of modern manufacturing. Materials, processes and systems, John Wiley & Sons. U.S.A., 2010

Anexe la Raportul tehnic Final

Manual de functionare si intretinere instalatie inovatoare pentru cimentare si operatii speciale la sonda – Anexa 1 (92 pag)

Anexa 2 EMAS 750 ACF, Parametrii convertizor, performante agregat ACF 700

Anexa 3 Masuri si riscuri privind functionarea motorului electric asincron de actionare a echipamentului

Anexa 4 Riscuri si masuri privind protectia mediului la utilizarea agregatelor de cimentare

Anexa 5 Riscuri si masuri privind sanatatea securitatea PSI la utilizarea agregatelor de cimentare

Anexa 6 Procedura operationala utilizare agregate de cimentare

Planului control și testare al Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă Anexa nr. 1 (530 pag.)

Planul de control și testare a aplicat pe instalație Procedurile de testare ale Ansamblului echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă Anexa nr. 2 (120 pag.),

Instrucțiunile de montaj ansamblu al Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă și Instrucțiunile de punere in funcțiune și exploatare ale pompei triplex cu plungere INOCEM 70 componenta principală a instalației Anexa nr. 3 (45 pag.)

Diagramele de testare a instalației și imagini cu Standuri utilizate pentru testare Ansamblul echipament Instalație inovatoare pentru cimentare și operațiuni speciale la sondă Anexa 4 (48 pag).