

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

CONTRIBUȚII LA CREȘTEREA PERFORMANȚELOR TEHNICE ALE UNOR ECHIPAMENTE DIN INDUSTRIA DE PETROL ȘI GAZE

Domeniul fundamental: **Ştiințe Inginerești**
Domeniul de doctorat: **Inginerie Mecanică**

Autor: **Prof. univ. dr. ing. MINESCU Mihail**
Departament: **Inginerie Mecanică**

Ploiești 2020

Introducere

Teza de abilitare intitulată „*CONTRIBUȚII LA CREȘTEREA PERFORMANȚELOR TEHNICE ALE UNOR ECHIPAMENTE DIN INDUSTRIA DE PETROL ȘI GAZE*” prezintă rezultatele teoretice, experimentale și aplicative obținute de autor în perioada post susținere teză de doctorat, iunie 1967.

Lucrarea este structurată pe două secțiuni, și anume: „Realizări științifice și profesionale”, respectiv „Evoluția în carieră și planuri de dezvoltare ale acesteia”.

Secțiunea denumită „Realizări științifice și profesionale” este structurată pe trei capitole, și anume:

- cercetări privind creșterea durabilității garniturii de foraj;
- cercetări privind comportarea în exploatare a țevilor de extracție fabricate din material compozit pe bază de fibre de sticlă;
- cercetări teoretice și experimentale specifice materialului tubular petrolier, realizate pe piese reale.

A doua secțiune a tezei de abilitare „Evoluția în carieră și planuri de dezvoltare ale acesteia” este structurată astfel:

- educația și formarea profesională;
- activitatea didactică și de cercetare;
- dezvoltarea carierei didactice și de cercetare.

Realizări științifice și profesionale

1. Cercetări privind creșterea durabilității garniturii de foraj

Garnitura de foraj, constituită din prăjina de antrenare, prăjini de foraj și prăjini grele de foraj, este supusă în timpul explotării (forajului) la solicitări mecanice variabile importante. Pentru a crește durabilitatea acestui sistem trebuie acționat asupra punctelor (pieselor) critice din componența sa.

Cercetările autorului s-au concentrat asupra acestor componente critice, și anume: îmbinările filetate ale racordurilor speciale, suprafețele exterioare ale racordurilor speciale, și ale prăjinilor grele de foraj. Pentru creșterea durabilității și creșterea capacitații portante ale îmbinărilor filetate s-au făcut cercetări privind influența tratamentelor termice asupra creșterii rezistenței mecanice și la oboseală a oțelurilor din care sunt confectionate, precum și influența rulării filetelor asupra creșterii rezistenței la oboseală a racordurilor speciale.

O altă cauză care produce scăderea duratei de viață a garniturii de foraj, o constituie uzura suprafețelor exterioare ale racordurilor speciale și a corpului prăjinilor grele de foraj în urma frecărilor cu peretele găurii de sondă (cu burlanele din oțel pentru zonele tubate și cu rocile traversate, pe zonele netubate).

Sunt prezentate în lucrare rezultatele cercetărilor efectuate în acest scop, în cadrul Contractului de cercetare câștigat prin competiție națională, finanțat prin Programul Relansin. Tema contractului a fost „*Realizarea prăjinilor grele de foraj competitive pe plan mondial prin durificarea suprafeței exterioare aplicând încărcarea cu aliaje dure*”. Cercetările efectuate în cadrul contractului s-au finalizat cu proiectarea și realizarea echipamentului pentru încărcarea cu aliaje dure precum și cu proiectarea tehnologiei de încărcare. Cercetările realizate în vederea

determinării parametrilor tehnologiei de sudare au fost efectuate pe probele obținute pe instalația realizată în cadrul contractului de cercetare.

De asemenea, la solicitarea contractorilor de foraj și a bazelor tubulare, colectivul de cercetare, din care face parte și autorul tezei, au proiectat și realizat o instalație de încărcare prin sudare a racordurilor speciale uzate, cu tehnologia de încărcare aferentă. Pentru beneficiarii proiectului, cercetările efectuate s-au materializat în proiectul pentru instalația de încărcare, precum și tehnologia de recondiționare a prăjinilor de foraj (corectarea suprafeței cilindrice uzate prin strunjire, încărcarea prin sudare, tratamentul termic local pentru refacerea structurii metalografice inițiale, corectarea suprafeței, control). Instalația și procedeul au fost brevetate de către OSIM.

2. Cercetări privind comportarea în exploatare a țevilor de extracție fabricate din material compozit pe bază de fibre de sticlă

Datorită unor avantaje importante pe care materialele nemetalice le prezintă, în comparație cu materialele clasice, în general oțelurile, noi tipuri de materiale (de obicei materiale nemetalice compozite) vin să completeze pentru multe aplicații din industria de petrol și gaze, materialele clasice.

Astfel, se folosesc pe scară largă tuburile din fibre de sticlă pentru țevi de extracție, pentru conducte de transport (de obicei în zonele de exploatare țărei și gaze), pentru prăjini de foraj (din fibră de sticlă sau combinație de fibre de sticlă și fibre de carbon).

De asemenea, se folosesc la scară destul de mare prăjinile de pompare din fibre de sticlă, în special în câmpurile petroliere care prezintă medii de lucru puternic corosive.

În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate asupra prăjinilor de extracție din fibre de sticlă pe care le utilizează S.C. OMV Petrom la sondele de extracție a țărei din România. Cercetările s-au făcut în colaborare cu ICTP Câmpina. S-a studiat și cercetat influența diferitelor medii de lucru specifice zonelor în care sunt folosite aceste tipuri de prăjini. Expunerea materialelor la mediile de lucru și condițiile de presiune și temperatură au fost stabilite printr-un program amplu care să permită simularea condițiilor de lucru din cât mai multe zone de exploatare. Cercetările experimentale au fost efectuate în cadrul Universității Petrol-Gaze din Ploiești, cu excepția testelor în hidrogen sulfurat. În România nu mai există laboratoare în care să se testeze influența hidrogenului sulfurat (H_2S) asupra materialelor, inclusiv asupra materialului tubular petrolier, motiv pentru care, testele de comportare la H_2S , pentru acest proiect, s-au efectuat la Universitatea din Oklahoma, în baza unui parteneriat de colaborare încheiat cu UPG Ploiești. Cercetările s-au efectuat cu participarea unui student de la universitatea noastră, care a efectuat un stagiu de practică pentru realizarea proiectului de diplomă la Universitatea din Oklahoma. În acest mod, s-au putut livra beneficiarului informațiile complete privind comportarea țevilor de extracție supuse cercetării.

3. Cercetări teoretice și experimentale specifice materialului tubular petrolier, realizate pe piese reale

Acste cercetări au fost și sunt posibile datorită existenței în cadrul facultății de Inginerie Mecanică și Electrică - IME, departamentul de Inginerie Mecanică a *Centrului regional de determinare a performanțelor și monitorizare a stării tehnice a materialului tubular utilizat în industria petrolieră*, înființat pe baza unui proiect cofinanțat prin Fondul European de Dezvoltare Regională.

În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate pe instalația de însurubare a țimbărilor filetate ale materialului tubular petrolier, efectuate pentru diversi beneficiari din România (Cameron Romania, Confind, Jean Christoph s.a.) dar și pentru beneficiari din

Germania, Cehia. O mare parte din cercetările întreprinse pe instalația pentru înșurubarea controlată au avut scopul de a prescrie, pentru diferite aplicații, care sunt condițiile optime și momentul optim de înșurubare, strict necesare pentru o exploatare corectă a echipamentelor.

Realizarea a peste 200 de teste la presiune exterioară (collaps) pe burlane de tubaj, de diferite dimensiuni și fabricate din diferite clase de oțeluri, în special pentru producătorii de material tubular petrolier din grupul ArcelorMittal Europa (Romania, Cehia, Polonia), a permis obținerea în urma aplicării procedurii de testare a burlanelor, a unei baze de date importante. Prelucrarea statistică a acestor date a condus la obținerea de informații importante și necesare beneficiarilor pentru îmbunătățirea calității produselor lor.

Evoluția în carieră și planuri de dezvoltare ale acesteia

1. Educația și formarea profesională

Am absolvit facultatea de Utilaj Tehnologic a Institutului de Petrol și Gaze din Ploiești în anul 1980, ca șef de promoție cu repartiție dublă - stagiu în producție și învățământ superior. După efectuarea stagiului de producție de 2 ani am revenit la institut ca asistent suplinitor, iar în 1983 am devenit, prin concurs, asistent universitar.

După parcurgerea prin concurs a tuturor gradelor didactice, am obținut titlul de profesor universitar în anul 2003.

Suștinerea tezei de doctorat și obținerea titlului de doctor inginer, în specializarea Utilaj Petrlier s-a realizat în anul 1997.

Sub diferite forme am fost preocupat de dezvoltarea personală în domeniul profesiei pe care am ales-o participând la diferite cursuri de scurtă durată legate de managementul proiectelor, însușirea programelor de calcul și proiectare pe calculator și.a.

În anul 2001 am absolvit cursurile academice postuniversitare INDE București – Dezvoltarea Economică a Întreprinderii (diplomă MBA Executive).

2. Activitatea didactică și de cercetare

Activitatea didactică a constat din conducerea de seminarii și lucrări de laborator, proiecte de an, proiecte de diplomă la diferite discipline din domeniul Inginerie Mecanică, cum ar fi: Tehnologia materialelor, Studiul materialelor, Tehnologia fabricării și reparării utilajului petrolier de schelă și rafinărie, Tehnologii și utilaje în construcția de mașini, Metode și procedee tehnologice, Tehnologii electronice, Mașini-unelte și agregate.

În paralel cu activitatea didactică am desfășurat și o bogată activitate de cercetare științifică, având privilegiul să fac parte dintr-un colectiv constituit din cercetători adevărați.

Cercetările s-au desfășurat în domeniul științei și ingineriei materialelor, testării materialelor și echipamentelor petroliere, tehnologilor de fabricație și recondiționare, metodelor de creștere a durabilității pieselor, verificării stării tehnice și asigurării calității echipamentelor petroliere și pentru transportul și depozitarea produselor petroliere.

Sunt autorizat ISCIR pentru Examinări distructive RTED din 2016, iar din 2015 desfășor activități în calitate de membru în Comitetul Tehnic Național pentru standardizare (ASRO/CT -1691).

Activitățile de cercetare au fost au fost în cea mai mare parte realizate în parteneriat cu societăți comerciale, agenți economici sau institute de cercetare-proiectare, în special din domeniul de petrol și gaze. În același timp, am lucrat în cadrul proiectelor finanțate prin diferite programe de cercetare, de către Ministerul Cercetării sau de către alte instituții guvernamentale. Aceste proiecte au fost obținute prin competiție națională. Nu au lipsit nici proiectele finanțate din Fonduri Europene sau Fonduri Norvegiene. Implicarea în proiectele de cercetare la care am

participat a fost **în calitate de director** (20 de proiecte de cercetare-dezvoltare finanțate de instituții guvernamentale și 15 contracte de cercetare finanțate de agenți economici) sau **în calitate de membru** (28 contracte cercetare-dezvoltare - inovare și 57 de contracte de cercetare sau prestări servicii finanțate de agenți economici).

Activitatea didactică și de cercetare s-a materializat în cărți tehnice, monografii, îndrumare de lucrări practice, 14 articole cotate ISI, 17 articole publicate în reviste indexate în baze de date internaționale, 11 articole publicate în reviste indexate în SCOPUS și WOS, 46 lucrări prezentate la conferințe naționale sau internaționale.

Tot ca argumente în susținerea vizibilității naționale și internaționale o constituie afilierea la diferite Asociații profesionale, astfel: 1995 și în prezent: membru al Asociației Române de Mecanica Ruperii (ARMR), președinte al asociației din iunie 2016; 2009 și în prezent: membru European Structural Integrity Society (ESIS); 2005 și în prezent: membru al Asociației Generale a Inginerilor din România(AGIR); 1997 și în prezent: membru al Asociației de Sudura din Romania (ASR); 2004 și în prezent: membru al Society of Petroleum Engineers (SPE); 2003-2012: membru al Consorțiului Regional al Regiunii de Dezvoltare Regională Sud Muntenia; 2016 și în prezent: membru al Comitetului Național Român al Consiliului Mondial al Energiei - Membru în Comitetul Director; 2018 și în prezent: membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România.

3. Dezvoltarea carierei didactice și de cercetare

În ceea ce privește dezvoltarea carierei didactice și de cercetare am în vedere dezvoltarea bazei materiale didactice și de cercetare din universitate. În acest context în primul semestru al acestui an se va finaliza amenajarea unui *Amfiteatrul on-line*, cu finanțare din sponsorizare Fundația TIMKEN și OMV PETROM. De asemenea, am depus un proiect finanțat din Fonduri Norvegiene, intitulat „*Sistem hibrid de eficientizare energetică folosind energia geotermală*”, aplicat în campusul universității din Ploiești, în valoare de circa 2.000.000 EURO. Proiectul se află la ultima etapă de evaluare. Acest proiect va deschide direcții noi de studii și de cercetare multidisciplinare în zona energiilor regenerabile (solare, geotermale).

Utilizând Amfiteatrul on-line doresc să organizez cursuri postuniversitare în domeniul energiilor geotermale, cu profesori de la Universitatea din STAVANGER - NORVEGIA și Universitatea din REYKJWIK - ISLANDA, universități cu care avem încheiate parteneriate și care au experiențe îndelungate în domeniu.

Ca teme viitoare de cercetare pot aminti aici :

1. cercetarea diferitelor tipuri de materiale pentru burlane de tubaj, respectiv cimenturi, pentru echiparea sondelor geotermale pentru sistemele de încălzire cu ajutorul pompelor termice, sau pentru sondele din cadrul sistemelor de înmagazinare a căldurii (provenind din răcirea apei tehnologice de la termocentrale în timpul verii) în sol, căldură ce va fi recuperată în sezonul de iarnă;
2. proiectarea unei metode de recertificare a prăjinilor de foraj și a țevilor de extracție, care nu și-au epuizat capacitatea de lucru, existente în bazele tubulare.

Aceste direcții de cercetare pot constitui repere pentru temele unor teze de doctorat viitoare.

HABILITATION THESIS

ABSTRACT

**CONTRIBUTIONS TO THE INCREASE
OF THE TECHNICAL PERFORMANCES OF
SOME EQUIPMENT IN THE OIL AND
GAS INDUSTRY**

Fundamental field: Engineering Sciences

Doctoral field: Mechanical Engineering

Author: Prof. univ. dr. eng. MINESCU Mihail

Department: Mechanical Engineering

Ploiesti 2020

Introduction

The habilitation thesis entitled "*CONTRIBUTIONS TO THE INCREASE OF THE TECHNICAL PERFORMANCES OF SOME EQUIPMENT IN THE OIL AND GAS INDUSTRY*" presents the theoretical, experimental and applied results obtained by the author in the post-doctoral thesis period, June 1967.

The thesis is structured in two sections, namely: "*Scientific and professional achievements*" and "*Career evolution and development plans*".

The section entitled "Scientific and professional achievements" is structured in three chapters, namely:

- research regarding the increase of the drill string durability;
- research regarding the in-service behavior of tubing made of fiberglass based composite material;
- theoretical and experimental research specific to oilfield tubular material, performed on real parts;

The second section of the habilitation thesis "*Career evolution and development plans*" is structured as follows:

- education and vocational training;
- teaching and research activity;
- teaching and research career development.

Scientific and professional achievements

1. Research regarding the increase of the drill string durability

The drill string, consisting in training rod, drill pipes and drill collars, is subjected to significant variable mechanical loads during operation (drilling). In order to increase the durability of this system, action must be taken on the critical points (parts) in its components.

The author's research has focused in particular on these critical components: the threaded joints of special connections, the outer surfaces of the special connections and of the drill collars. To increase the durability and the loading capacity of the threaded connections, research has been done on the influence of heat treatments on the increase of mechanical and fatigue strength of the steels from which they are made, as well as the influence of thread rolling on the increase of fatigue strength of the special connections.

Another cause reducing the life of the drill string is the wear of the outer surfaces of the special connections and of the body of the drill collars as a result of friction with the borehole wall (with steel casing for tubed areas and with the rocks crossed, on non-tubed areas).

The results of the research carried out for this purpose are presented in the thesis, within the Research Contract won through a national competition financed by the Relansin Program. The theme of the contract was "*Making drill collars competitive worldwide by hardening the outer surface applying hard alloy surfacing*". The research carried out within the contract was completed with the design and construction of equipment for surfacing with hard alloys as well as with the design of surfacing technology. The researches made in order to determine the parameters of the welding technology were performed on the samples obtained on the installation build within the research contract.

Also, at the request of the drilling contractor and of the tubular bases, the research team, in which the author of the thesis is a member, designed and built a weld surfacing installation for worn special connections, with the related surfacing technology. For the beneficiaries of the project, the researches materialized in the project of the weld surfacing installation, as well as in the reconditioning technology for drill pipes (correction of the worn cylindrical surface by turning, weld surfacing, local heat treatment to restore the initial metallographic structure, surface correction, control). The installation and the procedure were patented by OSIM.

2. Research regarding the in-service behavior of tubing made of fiberglass based composite material

Due to the important advantages that non-metallic materials have, compared to conventional materials, generally steels, new types of materials (usually non-metallic composite materials) come to complement the classic materials for many applications in the oil and gas industry.

Thus, fiberglass tubes are widely used for tubing, for transmission pipelines (usually in oil and gas exploitation areas), for drilling rods (made of fiberglass or a combination of fiberglass and carbon fiber).

Also, the fiberglass sucker rods are also widely used, especially in oil fields with highly corrosive working environments.

The thesis presents the results of the research conducted on fiberglass tubing used by S.C. OMV Petrom at the oil extraction wells of Romania. The research was done in collaboration with ICTP Câmpina. The influence of different working environments specific to the areas where these types of tubing are used has been studied and analyzed. The exposure of the materials to the working environments and the pressure and temperature conditions have been established through an extensive program that allows the simulation of the working conditions from as many operating areas as possible. The experimental investigations were performed within the Petroleum-Gas University of Ploiești, with the exception of hydrogen sulfide tests. Because in Romania there are no more laboratories to test the influence of hydrogen sulfide (H_2S) on materials including oilfield tubulars, for this project H_2S behavior tests were performed at Oklahoma University, based on a partnership with the Petroleum-Gas University of Ploiești. The research was conducted with the participation of a student from our university, who finalized an internship to complete the diploma project at Oklahoma University, USA. In this way, complete information on the behavior of tubing subjected to the research could be delivered to the beneficiary.

3. Theoretical and experimental research specific to oilfield tubular material, performed on real parts

These researches were and are possible due to the existence, within the Mechanical and Electrical Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department of the *Regional Center for the Determination of the Characteristics and Monitoring of the Technical State of OCTG - Oil Country Tubular Goods*, developed through a program co-financed from European Regional Development Fund.

The thesis presents the results of research conducted on the make-up/break-out testing machine for OCTG threaded joints, performed for various beneficiaries from Romania (Cameron Romania, Confind, Jean Cristoph s.a.) but also from Germany, Czech Republic. A large part of the research undertaken on the make-up/break-out testing machine aimed at

defining the optimal conditions and the optimal screwing moment, strictly necessary for a correct operation of the equipment, for different applications.

Carrying out over 200 external pressure (collaps) tests on casing, of different sizes and made of different steels grades, especially for the OCTG manufacturers from the ArcelorMittal Europa Group (Romania, Czech Republic, Poland), allowed to obtain, after applying the casing testing procedure, an important database. The statistical processing of these data led to obtaining important and necessary information in order for the beneficiaries to improve the quality of their products.

Career evolution and development plans

1. Education and vocational training

I graduated the Faculty of Technological Equipment, Petroleum and Gas Institute of Ploiești in 1980, as head of promotion with double assignment - internship in production and higher education. After 2 years of production, I returned to the institute as a substitute assistant and in 1983, I became a university assistant obtained a position of assistant professor through a competition.

After completing all teaching degrees through competition, I obtained the title of full professor in 2003.

By defending of the doctoral thesis in 1997, I achieved the title of PhD Engineer in the specialization Petroleum Equipment, was achieved in 1997.

In various forms I was concerned about personal development in the field of the profession I chose by participating in short courses related to project management, mastering computer programs and computer design, etc.

In 2001 I graduated the postgraduate academic courses INDE Bucharest - Economic Development of Enterprise (Executive MBA).

2. Teaching and research activity

The didactic activity consisted of teaching and conducting seminars and laboratory works, year projects, diploma projects for various disciplines in the field of mechanical engineering: Materials technology, Materials science, Technology of manufacture and repair of oilfield and refinery equipment, Technologies and equipment for machine construction, Technological methods and processes, Electronic technologies, Machine tools and aggregates.

Complementary to with the didactic activity, I also carried out a rich scientific research activity, having the privilege to be part of a team constituted of notorious researchers.

The research was carried out in the field of materials science and engineering, testing of petroleum materials and equipment, manufacturing and reconditioning technologies, methods for increasing the durability of parts, checking the technical condition and quality assurance of petroleum equipment and of the equipment for transportation and storage of petroleum products.

Since 2016 I have been authorized by ISCIR for RTED Destructive Examinations and since 2015 I have been working as a member of the National Technical Committee for Standardization (ASRO / CT -1691).

The research activities were mostly carried out in partnership with the private sector, economic agents or research & design institutes, especially in the field of oil and gas. In the same time, I worked on projects funded, within various research programs, by the Ministry of Research or other governmental institutions. These projects were obtained by means of national

competitions. There were also projects financed from European Funds or Norwegian Funds. My involvement in these research projects has been either **as a project director** (20 research and development projects funded by government institutions and 15 research contracts funded by economic agents) or **as a member** (28 research development and innovation projects and 57 research or services contracts financed by economic agents).

The didactic and research activity was materialized in technical books, monographs, guides for practical works, 14 ISI indexed papers, 17 papers published in scientific journals indexed in international databases, 11 papers in journals indexed by SCOPUS and WOS, 46 papers presented at national or international conferences.

Also as arguments in supporting the national and international visibility is the affiliation to various professional associations: since 1995: member of the Romanian Association of Fracture Mechanics (ARMR), President of the association since June 2016; since 2009: member of the European Structural Integrity Society (ESIS); since 2005: member of the General Association of Romanian Engineers (AGIR); since 1997: member of the Romanian Welding Association (ASR); since 2004: member of the Society of Petroleum Engineers (SPE); 2003-2012: member of the Regional Consortium of the South Muntenia Regional Development Region; since 2016: member of the Romanian National Committee of the World Energy Council - Member of the Steering Committee; since 2018: corresponding member of the Romanian Academy of Technical Sciences.

3. Teaching and research career development

Regarding the teaching and research career development, I consider necessary a continuous improvement of the didactical and research material base in the university. In this context, in the first semester of this year, the arrangement of an on-line Amphitheater will be completed, with funding from the sponsorship of the TIMKEN Foundation and OMV PETROM. We have also submitted a project financed from Norwegian Funds, entitled "*Hybrid energy efficiency system using geothermal energy*", applied in the Petroleum-Gas University of Ploiesti campus, worth about 2,000,000 EURO. The project is in the last stage of evaluation. This project will open new directions of multidisciplinary studies and research in the area of renewable energies (solar and geothermal).

Using the online amphitheater, I want to organize postgraduate courses in the field of geothermal energy, with professors from the University of STAVANGER - NORWAY and the University of REYKJAWIK - ICELAND, universities with which we have partnerships agreements and which have extended experiences in the field.

As future research topics I can mention here:

1. research on different types of casing materials, respectively cements, to equip geothermal wells for heating systems using heat pumps, or for wells from heat storage systems (based on cooling the technological water from the thermal power plants during the summer) in the soil, the heat being recovered in the winter season;
2. design of a recertification method for drill pipes and tubing, which have not exhausted their working capacity, existing in the tubular bases.

These research directions can be benchmarks for the topics of future doctoral theses.