

CERCETĂRI PRIVIND CONSTRUCȚIA ȘI DURABILITATEA COMPONENTELOR AMESTECĂTORULUI DE NISIP PENTRU OPERAȚII DE FISURARE A SONDELOR ȘI ALE SISTEMULUI DE TRANSPORT AL NISIPULUI

Abstract

Cuvinte cheie: operații de fisurare, echipament, amestec nisip, transport pneumatic , eroziune , cot.

Prezenta teza de doctorat a avut ca obiectiv cercetările teoretice și experimentale ale construcției și durabilității componentelor unui amestecător de nisip pentru operații de fisurare a sondelor și ale sistemului de transport al nisipului.

Pentru a determina factorii care influențează durabilitatea componentelor amestecătorului de nisip și pentru a identifica solicitările care acționează asupra acestuia s-au studiat condițiile impuse de tehnica operațiilor de fisurare și parametrii specifici operațiilor. S-a evidențiat faptul ca fluidele de fisurare au un rol decisiv pentru operațiile de fisurare deoarece prin intermediul lor se asigură transmiterea energiei de fisurare de-a lungul găurii de sondă. De asemenea s-a evidențiat faptul că, compoziția amestecului de fisurare și materialele utilizate pentru componentele echipamentului determină comportarea acestora în timpul exploatării echipamentului.

Analiza variantelor constructive ale echipamentelor destinate operațiilor de fisurare a evidențiat un echipament de ultimă generație, și anume amestecătorul de nisip.

S-a arătat că în cadrul procesului de obținere a amestecului se înregistrează două tipuri de solicitări și anume uzura de abraziune și coroziunea. Pentru echipamentul analizat s-a identificat posibilitatea realizării transportului nisipului în vederea preparării amestecului de fisurare, atât cu șnecuri cât și pneumatic.

Pentru a identifica elementele susceptibile de deteriorare în exploatarea echipamentului s-a efectuat analiza condițiilor de exploatare ale amestecătorului de nisip.

Analiza întreruperilor din funcționare ale amestecătorului și a cauzelor acestora, a evidențiat faptul că sistemul de transport al nisipului, vasul de amestec și manifoldurile de transport al amestecului (fluidului) de fisurare reprezintă componentele care influențează durabilitatea echipamentului. Aceasta a impus orientarea tezei de doctorat spre analiza comportării acestor componente și identificarea soluțiilor de creștere a durabilității.

În cadrul tezei de doctorat s-a propus înlocuirea sistemului de transport al nisipului, cu șnecuri elicoidale cu o soluție modernă constând într-un sistem de transport pneumatic.

Cercetarea fenomenelor de uzare ale sistemului de transport pneumatic s-a efectuat atât teoretic cât și experimental, în următoarea abordare.

Abordarea analitică a dinamicii proceselor de uzare de abraziune și eroziune s-a bazat pe utilizarea modelelor propuse în literatura de specialitate . Modelul propus de Salama pentru

estimarea uzurii a fost aplicat de doctorandă la estimarea ratei de uzură, pe baza parametrilor de proces utilizați, a unui cot din instalația de transport pneumatic pentru o perioadă de 7 luni , rezultatele fiind în foarte bună concordanță cu rezultatele experimentale.

Modelarea procesului de transport pneumatic prin coturi, utilizând metoda elementului finit, a permis evidențierea zonelor în care se înregistrează uzura maximă a cotului și validarea unor noi soluții constructive pentru coturi. Modelarea numerică a fluidului bifazic a utilizat drept suport fluxul tehnologic al sistemului de transport propus. Simularea debitului amestecului a fost realizată cu ajutorul programului ANSYS , modulul Computational Fluid Dynamics (CFD) și modelul Volume of Fluids (VOF).

Viteza maximă și temperatura maximă înregistrate în zona de impact au fost determinate prin analiza cu element finit (FEM). Modul de dispunere a uzurii și distribuțiile de viteze și temperaturi aferente, în coturi, au fost prezentate în diagrame de viteze și temperaturi. În urma simulărilor s-a constatat din graficul distribuției vitezelor că în câmpul de uzură evidențiat prin culorile roșu și portocaliu, amprenta uzurii crește semnificativ odată cu creșterea vitezei.

Cercetarea experimentală a procesului de uzare a coturilor din echipamentul de transport pneumatic al nisipului către vasul de amestec a presupus identificarea de către autoarea tezei de doctorat, a unui sistem de transport pneumatic al nisipului cu aplicație în industria materialelor de construcție. Pentru realizarea fizică a acestui sistem, a fost adoptată o soluție constructivă, adaptată la condițiile de șantier, care asigură transportul pe orizontală și verticală, proiect unic în țară. Sistemul identificat a fost pus în funcțiune în iunie 2010 și s-a confruntat în intervalul iunie 2010 – ianuarie 2011 cu o serie de întreruperi din funcțiune.

S-a inițiat elaborarea unui program amplu de cercetare în cadrul căruia s-au efectuat, pe parcursul a trei etape, cercetarea procesului de uzare înregistrat în intervalul iunie 2010-ianuarie 2011, identificarea unor soluții care pot contribui la diminuarea procesului de uzare și verificarea acestor soluții în cadrul unui program experimental.

Noile soluții constructive propuse pentru coturi, pentru care s-a realizat modelarea comportării în exploatare utilizând modulul Computational Fluid Dynamics (CFD), au fost realizate practic și s-au supus experimentării.

Cercetările efectuate au evidențiat următoarele :

- s-a determinat dinamica procesului de uzare;
- s-a confirmat superioritatea coturilor de fontă cu geometrie specială de tipul unui buzunar și a coturilor în formă de "T" față de cotul din oțel căptușit cu bazalt;
- s-a confirmat buna concordanță dintre valorile ratei de uzare determinată analitic și experimental.

RESEARCHES REGARDING THE CONSTRUCTION AND DURABILITY OF SAND MIXER COMPONENTS FOR WELLS AND SAND TRANSPORT SYSTEM FRACTURE OPERATIONS

Abstract

Keywords: fracturing operations , equipment , durability , sand, pneumatic conveying , erosion, bend.

This doctor's degree paper has approached the subject of theoretical and experimental researches of construction and durability of sand mixer components for wells and sand transport system fracture operations.

In order to determine the factors which influence the durability of sand mixer components and to identify the stresses which actuate over it, were studied the conditions imposed by the fracture operations and their specific parameters. Was accentuated the fact that the fracturing fluids has a decisive role for fracture operations because by their intervention is ensuring the fracturing energy along the well bore hole. Moreover was accentuated the fact that the fracturing mixture composition and the materials used for the equipment components determine their action during the equipment exploitation.

Analyze of fracturing operations equipment constructive alternatives has accentuated a new generation of equipment, namely, the sand mixer.

Was showed that within the processes for obtaining the mixture were record two types of stresses, the abrasion wear and corrosion. For the analyzed equipment, was identified the possibility of achieving the sand delivery in order to prepare the fracturing mixture, both with screws and pneumatically.

In order to identify the damage susceptible elements in equipment exploitation was made the analysis of sand mixer exploitation conditions.

The analysis of sand mixer accidents and their causes were accentuated the fact that the sand transport system, the blending container and transport manifolds of the fracturing fluid, represents the components which influence the equipment durability. This imposed the doctoral thesis orientation through the action analysis of those components and identification the solutions for growing the durability.

Within the doctoral thesis was proposed the replacement of sand transport system with helical screws with a modern solution consisting in a pneumatically transport system.

The research of damage phenomenon of pneumatically transport system was made both theoretical and experimental in the following approach.

Analytic approach of abrasion damage processes and erosion dynamic was based on the use of models proposed in the specific literature. The model proposed by Salama for estimating the damage was applied by the postgraduate at estimating the damage rate taking into account the used

of process parameters, of a gap from the pneumatic transport installation for a period of 7 months, the results being in concordance with the experimental results.

The modeling of pneumatic transport process through gaps, using the finite element method, allowed the distinction of areas in which is registered the gap maximum durability and validation of new constructive solutions for gaps. Numerical modeling of biphasic fluid used as a support the technological flow of the proposed transport system. The modeling of admixture flow rate was accomplished with ANSYS program, Computational Fluid Dynamics (CFD) modulus and Volume of Fluids (VOF) model.

Maximum speed and temperature recorded in the impact area were determined by finite element analysis (FEM). The durability disposal mode, speeds distributing and adequate temperatures, in gaps, were presented in speed and temperatures diagrams. Following the simulations, from the speeds distributing was observed that in the durability field relieved through the red and orange colors, the durability mark grows significantly with speed increasing.

Experimental research of the durability process of gaps within the sand pneumatic transport equipment for the admixture vessel, presumed the identification by the doctoral thesis authoress of a sand pneumatic transport system with application in material industry. In order to achieve physically this system, was adopted a constructive solution, adapted at site conditions which ensures the horizontal and vertical transport, a unit project in our country. The identified system was operated in June 2012 and was confronted from June 2010 to January 2011 with many operating interruptions.

Was initiated the elaboration of a ample research program within were made, during the third phase, the research of durability process registered from June 2010 to January 2011, identification of some solutions which can contribute at durability process reduction and the check of those solutions within a experimental program.

New proposed constructive solutions for gaps, for which was accomplished the exploitation action modeling using the Computational Fluid Dynamics (CFD) modulus, were practically accomplished and submitted to experimentation.

The performed researches were accentuated the following:

- was determined the dynamic of durability process;
- was confirmed the superiority of iron gaps with special geometry of a pocket type and gaps of "T" shape toward the steel gap coated with basalt;
- was confirmed the good concordance between the durability rate values, analytically determined and experimental.

LES RECHERCHES CONCERNANT LA CONSTRUCTION ET LA DURABILITÉ DES COMPONENTS DU MÉLANGEUR DE SABLE POUR LES OPÉRATIONS DE FISSURATION DES SONDES ET DU SYSTÈME DE TRANSPORT DU SABLE

ABSTRAIT RÉSUMÉ

Mots – clés : opérations de fissuration, mélangeur de sable, système de transport pneumatique, érosion, tuyaux.

La présente thèse de doctorat a tenu comme objectif les recherches théoriques et expérimentales de la construction et de la durabilité des composants d'un mélangeur de sable pour les opérations de fissuration des sondes et du système de transport du sable.

Pour déterminer les facteurs qui influencent la durabilité des composants du mélangeur de sable et pour identifier les sollicitations qui actionnent sur celui-ci, on a étudié les conditions imposées par la technique des opérations de fissuration et les paramètres spécifiques pour cela. On a souligné le fait que les fluides de fissuration ont un rôle décisive pour les opérations de fissuration parce que par leur intermède on assure la transmission de l'énergie de fissuration le long l'orifice de sonde. On a souligné aussi le fait que la composition du mélange de fissuration et les matériaux utilisés pour les composants de l'équipement déterminent leur comportement pendant l'exploitation de l'équipement.

L'analyse des variantes constructives des équipements destinés aux opérations de fissuration a mis en évidence un équipement de la dernière génération, c'est-à-dire le mélangeur de sable.

On a démontré que pendant le procès d'obtention du mélange on enregistre deux types de sollicitations, c'est-à-dire, d'abrasion et de corrosion. Pour l'équipement analysé, on a identifié la possibilité de la réalisation du transport du sable en vue de préparer le mélange de fissuration autant avec des schneckes que du pneumatique.

Pour identifier les éléments susceptibles de détérioration dans l'exploitation de l'équipement, on a effectué l'analyse des conditions d'exploitation du mélangeur du sable.

L'analyse des interruptions du fonctionnement du mélangeur de sable et leur cause a mis en évidence le fait que le système de transport du sable, le récipient de mélange et les manifolds de transport du mélange (du fluide) de fissuration représentent les composants qui influencent la durabilité de l'équipement. Cette-ci a imposé l'orientation de la thèse de doctorat vers l'analyse du comportement de ces composants et l'identification de la croissance de la durabilité.

Dans la thèse de doctorat on a proposé le remplacement du système de transport du sable avec les schneckes hélicoïdales avec une solution moderne qui réside en le système de transport pneumatique.

La recherche des phénomènes d'utilisation du système de transport pneumatique a été effectuée théoriquement de même que expérimentalement, selon le cas suivant.

Le cas analytique de la dynamique des procès d'utilisation d'abrasion et érosion a été fondé sur l'utilisation des méthodes proposées dans la littérature de spécialité. Le modèle proposé par Salama pour l'estimation de l'usage a été appliqué par la femme docteur à l'estimation de la rate d'usage, selon les paramètres du procès utilisé et un tuyau de l'installation de transport pneumatique, pour une période de 7 mois, les résultats étant dans une très bonne concordance avec les résultats expérimentales.

La modulation du procès de transport pneumatique par des tuyaux, en utilisant la méthode de l'élément finit, a permis la mise en évidence des zones où on enregistre l'usage maximum du tuyau et la validation des nouvelles solutions constructives pour les tuyaux.

La modulation numérique du fluide diphasique a utilisé comme support le fluxe technologique du système de transport proposé. La simulation du débit du mélange a été réalisée à l'aide du programme ANSYS, le module Computational Fluid Dynamics (CFD) et le module Volume of Fluids (VOF).

La vitesse maximale et la température maximale enregistré dans la zone d'impact ont été déterminé par l'analyse avec l'élément finit (FEM). Le mode d'exposition de l'usage et les distributions des vitesses et températures afférentes, dans les tuyaux, ont été présente dans des diagrammes des vitesses et températures. Après les simulations, on a constaté du graphique de la distribution des vitesses que dans le champ d'usage mis en évidence par les couleurs rouge et orange, la marque de l'usage croît significativement en même temps que la croissance de la vitesse.

La recherche expérimentale du procès d'usage des tuyaux de l'équipement de transport pneumatique du sable vers le récipient de mélange a présupposé l'identification, par l'auteur de la thèse de doctorat, d'un système de transport pneumatique du sable avec application dans l'industrie des matériaux de construction. Pour la réalisation physique de ce système, on a adopté une solution constructive adaptée aux conditions de chantier, qui assure le transport à l'horizontale et à verticale, projet unique dans le pays. Le système identifié a été mis en fonction en juin 2010 et a confronté, dans l'intervalle juin 2010- janvier 2011, une série d'interruptions du fonctionnement.

On a initié l'élaboration d'un programme ample de recherche, où on a effectué, pendant trois étapes, la recherche du procès d'usage enregistré dans l'intervalle juin 2010- janvier 2011, l'identification des solutions dans le cadre d'un programme expérimental.

Les nouvelles solutions constructives proposées pour les tuyaux, pour lesquels on a réalisé la modulation du comportement en exploitation, en utilisant le module Computational Fluid Dynamics (CFD), ont été réalisées pratiquement et ont été soumises à l'expérimentation.

Les recherches effectuées ont mis en évidence les suivants :

- On a déterminé la dynamique du procès d'usage ;
- On a confirmé la supériorité des tuyaux de fonte avec géométrie spéciale du type poche et des tuyaux en forme de "T" par rapport au tuyau d'acier doublé de basalte ;
- On a confirmé la bonne concordance entre les valeurs de la rate d'usage déterminée analytiquement et expérimentalement.