

REZUMAT

Teza de doctorat “**Studiul influenței presiunii dinamice diferențiale și a presiunilor suplimentare asupra procesului de forare a sondelor pentru gaze**” pune în evidență valorile presiunilor suplimentare și a presiunilor diferențiale care pot să apară în timpul forării unei sonde.

Aceste valori se însumează la valorile căderilor de presiune (dinamice sau statice) date de fluidul de foraj în spațiul inelar din sondă.

Valorile mari (însumate) ale presiunilor create în timpul forării sondei, peste valorile presiunilor din porii rocilor zăcămintelor traversate, pot avea un impact negativ major (mai ales în cazul zăcămintelor depletate) prin blocarea porilor, fisurarea zăcămintelor, compromiterea sondei, complicarea sau chiar imposibilitatea exploatații zăcămintelor.

Este prezentat de asemenea, în urma observațiilor din șantier, un nou concept în calculul căderilor de presiune în timpul forării sondei, inclusiv a presiunilor suplimentare, în care valorile diametrelor secțiunilor prin care circula fluidul de foraj se modifică datorită depunerii pe pereții materialului tubular din sondă a unei pelicule statice de fluid de foraj.

Lucrarea este structurată în 11 capitole în care sunt prezentate considerațiile teoretice susținute de numeroase studii de caz bazate pe calcule și date reale obținute din șantier.

În prima parte a tezei de doctorat sunt prezentate și definite conceptele teoretice și elementele definitorii ale lucrării (Capitolul 1), motivațiile și justificările necesității studiului presiunilor diferențiale și a presiunilor suplimentare (Capitolul 2), echilibre de presiuni și metode teoretice pentru măsurarea și calculul presiunilor diferențiale dinamice, statice și a celor suplimentare provenite din manevrarea materialului tubular în sondă (Capitolul 3).

Echilibrele de presiuni din sondă, în contextul presiunilor suplimentare și a presiunilor diferențiale sunt analizate în numeroase situații întâlnite în timpul forării sondei: la pornirea circulației; după rupere rezistenței de gel; la manevra de introducere în sondă a materialului tubular obturat sau dezobturat; în regim laminar sau turbulent de curgere a fluidului de foraj dezlocuit de materialul tubular. Toate aceste cazuri au fost analizate, de asemenea, și în varianta conceptului corectării diametrelor materialului tubular.

Măsurarea presiunilor în instalația de foraj, dispozitive de măsurare, vizualizare și

Înregistrarea a presiunilor de pompare sunt prezentate în Capitolul 4. În Capitolul 5 sunt descrise metodele prin care s-au calculat căderile de presiune în sondă în timpul circulației fluidului de foraj. Au fost considerate metoda convențională și metoda propusă de G. Iordache în cele două variante: fără modificarea diametrelor materialului tubular și cu modificarea diametrului materialului tubular.

În calculul căderilor de presiune în timpul circulației fluidului de foraj în sonda intervin proprietățile reologice și tixotropice ale fluidului de foraj. Aceste proprietăți sunt analizate în Capitolul 6.

Partea a doua a lucrării este structurată în studii de caz bazate pe valorile presiunilor măsurate în șantier cât și pe valorile acestora calculate prin metodele expuse (Capitolele 7 și 8).

Influența proprietăților fluidului de foraj și a detritusului înglobat în fluidului de foraj asupra presiunilor hidrodinamice din sondă, măsurătorile experimentale, rezultatele calculelor efectuate la diferite adâncimi și diametre de sondă sunt expuse în Capitolul 9.

În Capitolul 10 se analizează influența presiunilor suplimentare și diferențiale în cazul condiției de echilibru de presiuni sondă-strat. Analiza este făcută pentru cazurile introducerii materialului tubular în sonde cu diametre diferite, material tubular dezobturat și obturat, viteze diferite de introducere a materialului tubular precum și în cazul corectării diametrelor materialului tubular.

Partea cea mai importantă a tezei, Capitolul 11, sintetizează concluziile și contribuțiile personale ale autorului. În acest capitol sunt analizate o serie de concluzii și propuneri cu privire la modul de calcul al căderilor de presiune, al presiunilor suplimentare, în anumite condiții de sondă și în condițiile considerării modificărilor de diametre ale materialului tubular din sondă.

Aceste concluzii și contribuții personale pot modifica anumite concepte în proiectarea și conducerea procesului de forare a unei sonde precum și de reconsiderare a vitezelor de manevră a materialului tubular în sondă, mai ales în timpul forării zăcămintelor de gaze depletate.

ABSTRACT

PhD thesis "**Study of the influence of differential dynamic pressure and supplementary pressures on the process of gas wells drilling**" reveal values of supplementary pressures and differential pressures that may occur while drilling a well.

These values are added together to pressure loss values (dynamic or static) which are given of drilling fluid in the well annulus.

High values (summed) of pressure created while drilling a well, over values of pressure through rocks pore from crossed fields can have a major negative impact (especially in depleted fields) by blocking pores, fracturing deposits, compromising well, complicated or even impossible exploitation of deposits.

Is presented also, after the observations of the site, a new concept in pressure loss calculations while drilling the well, including supplementary pressure, where are changed the diameter values of sections through circulate the drilling fluid, due to add a static drilling fluid coat on the walls of tubular material.

Thesis is structured in 11 chapters that are presented theoretical considerations supported by numerous case studies based on calculations and real data obtained from site.

In the first part of the thesis are presented and defined theoretical concepts and defining elements of work (Chapter 1), the reasons and justification study differential pressure and supplementary pressures (Chapter 2), equilibrium of pressures and theoretical methods for measuring and calculating of the differential dynamic pressure, static and supplementary pressures due the trip of tubular material in borehole (Chapter 3).

Balances of the pressure from the well bore, in the context of supplementary pressures and differential pressures are analyzed in many situations encountered while drilling the well: start circulation, after breaking strength of gel; while run in well the tubular material which can be blind or open, under laminar or turbulent flow of drilling fluid displaced by the tubular material. All these cases were analyzed also in version of correction of the tubular material diameters.

The measuring of pressures in drilling rig, measuring devices, viewing and recording pumping pressures are presented in Chapter 4.

In Chapter 5 are described the methods by which were calculated pressure drops in the wellbore during drilling mud circulation. Were considered conventional method and the

method proposed by G. Iordache in two versions: without changing the diameters of tubular material and with changing the diameters of tubular material.

In the calculation of pressure drop during drilling fluid circulation in a wellbore occur thixotropic and rheological properties of the drilling fluid. These properties are reviewed in Chapter 6.

The second part of the thesis is structured in the case studies based on pressure values measured on site and on the their values calculated through the exposed methods (Chapters 7 and 8).

Influences of the drilling fluid properties and cuttings embedded in the drilling mud on hydrodynamic pressures from wellbore, experimental measurements, results of calculations performed at different depths and diameters of well are presented in Chapter 9.

Chapter 10 is further analyses the influence of supplementary and differential pressures in the balance condition of pressures between wellbore and deposit. Analysis is performed in cases of run in wells the tubular material with different diameters, blinde and open tubular material and in the case of changing the diameters of tubular material.

The most important part of the thesis, Chapter 11 synthesize the conclusions and personal contributions of the author. In this chapter were analyzed a series of conclusions and proposals for the calculation of pressure losses, the supplementary pressures under certain wellbore conditions and under consideration of changing the diameters of tubular material.

These conclusions and personal contributions may modify some concepts in the design and management of a well drilling process and to reconsider the speed of the tubular material trip, especially while drilling depleted gas fields.

RÉSUMÉ

La thèse de doctorat "**L'étude de l'influence des pressions dynamiques différentielles et des pressions supplémentaires sur le processus de forage des puits de gaz**" mis en évidence les valeurs des pressions supplémentaires et des pressions différentielles qui peuvent survenir pendant le forage d'un puits.

Toutes ces valeurs s'ajoutent aux pertes de charge (dynamiques ou statiques) dues à la circulation du fluide de forage dans l'espace annulaire du puits.

Les valeurs élevées (ajoutées) des pressions créées pendant le processus de forage du puits, au-dessus de celles des pressions de pores, peuvent avoir un impact négatif majeur (en particulier dans le cas des gisements épuisés) par le blocage des pores, la fissuration des gisements, la compromission du puits, la complication et même l'impossibilité de l'exploitation des gisements.

Suite aux observations réelles sur le site, il est également présenté un nouveau concept concernant le calcul des pertes de charge au cours du forage des puits, y compris les pressions supplémentaires, dans lequel les valeurs des sections des diamètres par lesquels circule le fluide de forage vont se modifier parce que sur les parois du matériel tubulaire va se former une pellicule statique de fluide de forage.

La thèse est structurée en 11 chapitres, dans lesquels sont présentées des considérations théoriques soutenues par de nombreuses études de cas, fondées sur des calculs et des données réelles obtenues à partir de site.

Dans la première partie de la thèse sont présentés et définis: les concepts théoriques et les éléments essentiels de travail (chapitre 1); la motivation et la justification de la nécessité d'étude des pressions supplémentaires et différentielles (chapitre 2); les équilibres de pressions et les méthodes théoriques de mesure et de calcul des pressions différentielles dynamiques, statiques et celles supplémentaires dues à la manœuvre du matériel tubulaire (chapitre 3).

Les équilibres de pressions dans un puits – en tenant compte de ces pressions supplémentaires et différentielles - sont analysés dans de nombreuses situations rencontrées pendant le forage d'un puits: au démarrage de la circulation; la rupture de la résistance de gel du fluide; la manœuvre du matériel tubulaire (obturé et non obturé) en conditions du régime d'écoulement laminaire et turbulent. Tous ces cas ont également été analysés dans la version

du concept de la correction des diamètres du puits et du matériel tubulaire.

Les aspects concernant la mesure des pressions dans l'installation de forage, les dispositifs de mesure, de visualisation et d'enregistrement des pressions de pompage etc., sont présentés dans le chapitre 4.

Dans le chapitre 5 sont décrites les méthodes de calcul des pertes de pression dans un puits en cours de la circulation du fluide de forage. Nous avons considéré la méthode classique et la méthode proposée par G. Iordache, en deux versions: sans changer les diamètres du matériel tubulaire et avec le changement de ces diamètres.

Pour calculer les pertes de charge pendant la circulation du fluide de forage, il faut tenir compte de principales propriétés rhéologique et thixotropes du fluide. Ces propriétés sont analysées dans le chapitre 6.

La deuxième partie de la thèse est structurée en études de cas basées à la fois sur des valeurs de pression mesurées sur le site, tant que ces valeurs sont calculées par les méthodes exposées (chapitres 7 et 8).

L'influence des propriétés du fluide de forage et du détritit incorporé dans ce fluide sur les pressions hydrodynamiques du puits, ainsi que les mesures expérimentales et les résultats de calculs effectués aux différentes profondeurs et diamètres du puits, sont présentés dans le chapitre 9.

Dans le chapitre 10 est analysée l'influence des pressions supplémentaires et différentielles sur l'équilibre puits-couche. L'analyse est effectuée pour le cas de la manœuvre descendante du matériel tubulaire (obturé et non obturé) dans des puits de différents diamètres et pour différentes vitesses d'introduction, aussi que dans le cas de correction des diamètres.

La partie la plus importante de la thèse (chapitre 11) résume les conclusions et les contributions personnelles de l'auteur. Dans ce chapitre est analysé un certain nombre de conclusions et de propositions concernant le procédé de calcul des pertes de charge et des pressions supplémentaires, dans certaines conditions du puits et en tenant compte des changements de diamètres du matériel tubulaire.

Ces conclusions et contributions personnelles peuvent modifier certains concepts concernant les études et la gestion d'un processus de forage d'un puits, ainsi que de reconsidérer la vitesse de manœuvre du matériel tubulaire, en particulier pour le cas de forage dans les gisements de gaz épuisés.

CUVINTE CHEIE

Presiune diferențială, presiune suplimentară, foraj, sondă, echilibre de presiuni, presiuni diferențiale hidrodinamice, presiuni statice, manevrarea materialului tubular, fluid de foraj, rezistența de gel, tensiune dinamică de forfecare, vâscozitate, vâscozitate plastică, reologie, tixotropie, regim laminar de curgere, regim turbulent de curgere, volume de fluid, măsurarea presiunilor, pierderi de presiune, căderi de presiune, spațiu inelar, diametre material tubular, grosime peliculă fluid foraj, diametrele corectate, densitatea fluidelor de foraj, presiunea coloanei hidrostatice, detritus, variația presiunii de pompare, viteza fluidului de foraj, coeficientul rezistențelor hidraulice, Reynolds generalizat, Bingham,