

НАУКОВІ ТЕНДЕНЦІЇ БУРІННЯ ГЛИБОКИХ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

доктор філософії з буріння *Мірослава Чернова*,

Україна, Івано-Франківський, Національний технічний університет нафти і газотехнічний університет, доцент кафедри фізики

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/31012019/6308

ARTICLE INFO

Received: 05 November 2018

Accepted: 16 January 2019

Published: 31 January 2019

KEYWORDS

well,
tack,
polymer-composite materials,
tightness,
connection,
design,
element,
rock,
flushing fluid.

ABSTRACT

The essential problems in oil and gas industry are corrosion-fatigue breakage of drill column elements, sticking of drilling and heavy-weight drill pipes, taking place in drilling of directional and horizontal wells. The stickings are caused by friction, emerging between sides of hole and elements of drilling column. The frictions block assurance of core integrity in core receive. The failure resistance by using polymer and composite materials for surface treatment under influence of triboprocess and corrosion-fatigue breakage is considered in the article.

The problem of deep well drilling is considered, which is connected with the prevention of the seizure phenomenon between the walls of the drill column and the barrel of deep wells. The design of the coupling connection of casing pipes with a high pressure sealing element is provided to provide the tightness of the casing columns at high pressure and temperature parameters. The elastically deformed state of the pipes with the inserted sealing element is scientifically substantiated.

Citation: Miroslava Chernova. (2019) Scientific Trends the Deep Drilling of Oil and Gas Wells. *International Academy Journal Web of Scholar*. 1(31), Vol.1. doi: 10.31435/rsglobal_wos/31012019/6308

Copyright: © 2019 **Miroslava Chernova**. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. За останні 10 років відбувається справжня революція в переоцінці ресурсів природних вуглеводнів планети. Ще 20-25 років тому існувало переконання про близьке виснаження вуглеводневих запасів. Така думка базувалася на засадах існуючої теорії утворення вуглеводневого потенціалу. Існувало переконання також, що нафтогазові родовища мають максимальний потенціал на глибинах 2-4 тис. м.

Але, з'явилися фактичні дані, які суперечать колись проведеним теоретичним розрахункам і призводять до необхідності перегляду донедавна загальноприйнятих механізмів генерації вуглеводнів у процесі катагенезу [1]. З останніх наукових досліджень випливає, що кожний нафтогазоносний басейн має свої індивідуальні особливості генерації вуглеводнів.

За результатами буріння та сейсмозв'язки складних резервуарів, утворених кристалічними та карбонатними породами, в глибоких свердловинах мають місце процеси дегазації Землі. Адже ж відомо, що основним елементом нашої планети є вуглець, а в надрах Землі хімічні процеси з виділенням газів та флюїдів продовжуються до тепер. За останніми оцінками світової науки, стосовно нафтогенезу та вертикальної фазово-геохімічної зональності розподілу нафти в осадовій оболонці та кристалічному фундаменті, поклади вуглеводнів повинні бути значними і, можливо, практично невичерпними, оскільки переважно саме в інтервалі глибин 4÷5 км в більшості нафтогазоносних басейнів проявляються аномально високі (надгідростатичні) тиски, ефекти глибинної гідрогеологічної інверсії та інші ознаки висхідної міграції глибинних та надглибинних нафтидогенеруючих флюїдів.

Як стає зрозумілим, і літосфера і геосфера володіють певними зонами флюїдосфер, включаючи як рідкі так і газоподібні вуглеводні з їх похідними. Дослідження їх утворень може базуватися на певних моделях, але наявність вуглеводнів на великих глибинах однозначна.

Результати літературних та наукових досліджень, представлені неодноразово в наукових публікаціях академіком О. Ю. Лукіним свідчать про величезний вуглеводневий потенціал великих глибин і, більше того, дозволяє розглядати глибокозалягаючі нафтогазоносні комплекси глибоких, над- та суперглибоких нафтогазових покладів (за умови відповідного технологічного рівня їх освоєння) як невичерпні джерела вуглеводнів [2].

Враховуючи те, що будівництво свердловин вищезгаданого типу потребує значних капіталовкладень, буріння повинно проводитись високоякісно із застосуванням передових засобів та технологій.

Результати досліджень. Відомо, що глибокі свердловини характеризуються високими температурами $\sim 150-200^\circ\text{C}$ та тисками понад 100 МПа, тому умови буріння глибоких свердловин суттєво відрізняються від буріння звичайних. Враховуючи наявність на великих глибинах проявів розуцільнення кварцито-пісковиків, вапняків та інших міцних щільних порід, а також наявність кавернозності в зонах тектонічних напруг, важливим є зменшення сил тертя між стінками стовбура свердловини та бурильної колони під час будівництва глибоких свердловин. Це у свою чергу підвищить швидкість буріння та ефективність доведення осьового навантаження у вибій свердловини. З цією метою пропонується покриття елементів бурильної колони полімерно-композиційними матеріалами (ПКМ), міцнісні характеристики яких з підвищенням внутрішніх температур і тисків зростають, оскільки при цьому спостерігається зменшення ентропії системи. Це пояснюється будовою та хімічними властивостями макромолекул матеріалу, з якого пропонується покриття [3].

У високоеластичному стані для ПКМ є характерним поєднання властивостей усіх трьох агрегатних станів речовини: за механічними властивостями – це тверді тіла, за внутрішньою структурою – це рідини, за природою пружних сил під час деформації – гази.

Зниження ентропії за умови розтягу ПКМ пояснюється природою еластичної деформації, яка пов'язана з випрямленням зкручених макромолекул, що, в свою чергу, призводить до зменшення кількості можливих конфомацій.

За рівнянням Больцмана:

$$S = \left(\frac{R}{N_A} \right) \ln W, \quad (1)$$

де R – універсальна газова стала;

N_A – число Авогадро;

W – термодинамічна ймовірність стану.

Термодинамічна ймовірність стану визначається числом мікростанів, які відповідають даному макростану. За рівністю (1) зі зменшенням W зменшується ентропія, тобто деформація ПКМ призводить до статистичного менш ймовірного термодинамічного стану, тобто до зменшення ентропії.

Також особливо важливою є проблема забезпечення стійкості обсадної колони під час кріплення порід в глибоких свердловинах, де, як вже згадувалось, присутні високі тиски і температури. Крім того під час буріння глибоких свердловин на колону діють значні статичні та динамічні навантаження, а також фретінг-корозія, які впливають на міцнісні характеристики колони та герметичність різьбових з'єднань. Відповідно, виникає питання, пов'язане з розробкою внутрішньо свердловинного обладнання, яке б володіло високими міцнісними характеристиками та герметичністю.

З метою підвищення герметичності та експлуатаційної надійності обсадних колон при роботі в умовах підвищених тисків та температур нами розроблено конструкції високогерметичних з'єднань з різьбою трапецеїдального профілю [4].

Для визначення оптимальних геометричних параметрів та технологій кріплення різьбового з'єднання досліджено пружно-деформований стан конструкції з'єднання з герметизуючим елементом при дії високих значень тиску і температури. Згідно теоретичних розрахунків запропонована конструкція з'єднання забезпечує герметичність до тисків при яких настає залишкова пластична деформація металу та розрив вздовж різьби.

Для підтвердження результатів аналітичних досліджень проведені експериментальні дослідження на герметичність натурних зразків муфтових з'єднань обсадних труб діаметром

168 мм із сталі групи міцності Д і Е. Аналіз результатів досліджень виявив, що муфтові з'єднання обсадних труб з різьбою ОТТГ при температурі 293⁰ К та 593⁰ К залишаються герметичними до тисків 38÷39 МПа, а з різьбою ОТТПГ при температурі 293⁰ К порушення герметичності відбувалося при тиску 57-58 МПа, а при температурі 393⁰ К і вище різьбові з'єднання ОТТПГ залишилися герметичними аж до критичних тисків, тобто тисків при яких настає залишкова пластична деформація матеріалу труб.

Одним з основних напрямків робіт, під час будівництва глибоких свердловин є створення технічних засобів і технологій, які враховують специфіку гідродинамічних процесів. Відомо, що через неефективну очистку стовбура свердловини, відбуваються різного роду ускладнення, аварії, що тягне за собою додаткові затрати на будівництво свердловини. Тому вдосконалення гідродинамічних процесів, що супроводжують буріння глибоких свердловин є однією з нагальних задач.

Важливим є формування стійкого обертово-поступального руху промивальної рідини у кільцевому каналі глибокої свердловини безпосередньо енергією потоку та можливість регулювання гідродинамічними параметрами і структурою потоку з врахуванням конкретних геолого-технічних умов. Враховуючи фактори, що викликають ускладнення під час буріння глибоких свердловин, умови формування стійкого обертово-поступального потоку ньютонівських та неньютонівських рідин, фактори, що впливають на транспортувальну здатність промивальної рідини з різними реологічними властивостями за обертово-поступального руху течії в кільцевому каналі затрубного простору є необхідними дослідження пов'язані з проектуванням та розрахунками спеціальних гідродинамічних елементів у комплексі з компоновкою низу бурильної колони, які дадуть можливість забезпечити керування технологічними процесами буріння.

Потоки зі стійким обертово-поступальним рухом володіють високими транспортуючими властивостями. Це стосується як ньютонівських так і неньютонівських рідин. Для цього число Фруда (Fr), яке є однією з основних реологічних характеристик рідин, і за своїм порядком визначає відношення кінетичної енергії рідини до приросту енергії зумовленої роботою сил тяжіння на шляху, що дорівнює характерній довжині, повинно бути не меншим за 1. За такого значення сили в'язкості відіграють стабілізуючу роль і для ньютонівської рідини мінімальне значення критерію Рейнольдса (Re) складає 45, оскільки він пов'язаний пропорційно з обертовою швидкістю потоку в затрубному просторі. Для неньютонівської рідини мінімальне значення критерію Рейнольдса є $Re > 20$, але тут функціональний зв'язок є параболічним. [5]

Характеристики потоку із застосуванням гідродинамічних пристроїв, що містяться в компоновці низу бурильної колони найбільш повно описуються амплітудно-частотними (АЧХ) та фазово-частотними характеристиками (ФЧХ).

Безрозмірні рівняння руху та неперервності потоку мають вигляд:

$$\frac{\partial \langle \bar{u} \rangle}{\partial \bar{t}} = \left(\frac{L}{\bar{r} R^2 a} \right) \partial \left\{ \bar{r} \left[\left(\frac{\partial \langle \bar{u} \rangle}{\partial \bar{r}} \right) v - \left(\frac{R}{g_0} \right) \langle u' v' \rangle \right] \right\} \partial \bar{r} - \left(\frac{1}{\alpha} \right) \frac{\partial \langle \bar{p} \rangle}{\partial \bar{x}}, \quad (2)$$

$$\left(\frac{1}{\alpha} \right) \frac{\partial \langle \bar{p} \rangle}{\partial \bar{t}} + \frac{\partial \langle \bar{v} \rangle}{\partial \bar{r}} + \left(\frac{\bar{v}}{\bar{r}} \right) + \frac{\partial \langle \bar{u} \rangle}{\partial \bar{x}} = 0, \quad (3)$$

Отримані результати визначення хвильових характеристик тракту (АЧХ) генератора і зсуву фаз між амплітудами коливань (ФЧХ), дозволяють зіставити залежності від амплітудно-частотних та фазово-частотних характеристик генератора та прослідкувати як змінюються енергетичні характеристики потоку в затрубному кільцевому просторі свердловини.

Висновки.

1. Отже, одним з напрямків підвищення ефективності буріння глибоких свердловин є застосування полімерно-композиційних матеріалів (ПКМ) для покриття поверхні елементів бурильної колони.

2. Досліджений пружно-деформований стан муфтових з'єднань обсадних труб при термоциклічних процесах. сприяв визначенню раціональних параметрів герметизуючих вузлів, які забезпечують герметичність та підвищують надійність і довговічність обсадних колон.

3. Підвищення ефективності буріння глибоких свердловин можливе за рахунок досконалих гідродинамічних циркуляційних процесів промивальної рідини в затрубному просторі свердловини, а формування стійкого обертово-поступального руху промивальної рідини в

кільцевому каналі затрубного простору глибокої свердловини забезпечується енергією самого потоку, енергетичні характеристики якого залежать від конструкції та технічних характеристик гідроакустичного генератора, який включається у компоновку низу бурильної колони.

REFERENCES

1. А.Е.Лукин Биогенно-карбонатные постройки на выступах разуплотненных кристаллических пород – перспективный тип комбинированных ловушек нефти и газа./ Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007, №2 С.21.
2. О.Ю.Лукін, Т.М.Пригаріна, «Газовий потенціал надр України та шляхи його освоєння» Збірник наукових праць УкрДГРІ. № 1–2/2018, с.78-89.
3. М.Є.Чернова /Дослідження впливу полімерно-композиційних матеріалів на ефективність буріння похило-скерованих та горизонтальних свердловин/Чернова М.Є./ Збірник наукових праць НАНУ ІНМ ім. В.Н.Бакуля «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения». – 2014 р. Вип. 17. - С 151-159.
4. Б.О. Чернов, М.Є.Чернова, І.М.Ільків, В.М.Мовчан, /Підвищення герметичності обсадних колон за рахунок удосконалення конструкцій різьбових з'єднань/ Доповідь на XIV міжнародній конференції «АЛТИС», «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения» Крим, Морське 12-18 вересня 2011 р.
5. М.Є.Чернова /Дослідження гідродинамічних циркуляційних процесів промивальної рідини під час буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин /Чернова М.Є./ НТЖ «Науковий вісник». - 2014 р. №1(36). – С.48-52.