

Актуальні питання нафтогазової галузі

УДК 622.02

СТВОРЕННЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСУ ВІТЧИЗНЯНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ, БУРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ТА НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУРОВИХ РОБІТ, СПРЯМОВАНИХ НА ЗБІЛЬШЕННЯ ВИДОБУТКУ НАФТИ І ГАЗУ В УКРАЇНІ

¹А.Л.Майстренко, ¹М.О.Бондаренко, ¹В.Т.Гаргін, ²Я.В.Кунцяк, ²Ю.В.Дубленич,
²Я.С.Гаврилов, ³О.Т.Драганчук, ⁴М.М.Яворський, ⁵В.І.Векерик, ⁵Р.С.Яремійчук

¹ Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України;
м. Київ, вул. Автозаводська, 2; тел. (044) 4675625; e-mail: bond@ist.kiev.ua

² ЗАТ “НДІ КБ бурового інструменту”; 03142, м.Київ-142, пр. Палладіна, 44

³ НАК “Нафтогаз України”; 01001, м.Київ-1, вул. Б. Хмельницького, 6; тел. (044) 4612422

⁴ ДК “Укргазвидобування”; 01021, м.Київ-21, вул. Кудрявська, 26/28.

⁵ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42453,
e-mail: public@nung.edu.ua

Изложена сущность разработок в бурении и освоении скважин, позволяющих существенно увеличить скорость углубления скважин, отбирать для исследований стопроцентно керн даже в рыхлых непрочных породах, забуривать с действующих скважин наклонные и горизонтальные стволы, в процессе освоения скважин доводить их дебиты до потенциально возможных. Эти работы соответствуют мировому уровню техники и технологии, а в некоторых случаях существенно их превышают.

The article describes the main issues of the elaborations in the sphere of drilling and development of the wells, those allow essentially increase the drilling speed, taking the whole core length for the research even in loose and not hard rocks, drilling deviated and horizontal wells from the actual wells, getting the maximum potential output in the process of the developments of wells. These developments correspond with up-to-date world techniques and technologies, and excel them in some cases.

Впродовж тридцяти років виконувався комплекс теоретичних, експериментальних, конструкторських та промислово-дослідних робіт в декількох наукових організаціях України, який завершився створенням сучасного бурового обладнання, інструмента та технологій, які забезпечують істотне збільшення швидкості буріння свердловин, виконання технологічних процесів по повторному входженню в продуктивний горизонт зі свердловин, що давно уже експлуатуються, а також технологій і обладнання для відновлення продуктивності свердловин або введення їх в експлуатацію з потенційно можливими дебітами. Важливим є те, що ці розробки або впритул наблизили нас до рівня кращих досягнень нафто-

вих компаній світу, або у деяких питаннях цей рівень був перевершений.

Саме ці три складові дають можливість найближчим часом істотно скоротити час та витрати на буріння свердловин в усіх нафтогазових провінціях України, а головне — забезпечити приріст видобування нафти і газу. У нафтовій і газовій промисловості України зроблено технологічний прорив у цій галузі.

В ІНМ НАНУ завершено розробку новітніх надтвердих матеріалів для оснащення бурових доліт. Встановлено взаємозв'язок кількості алмазів, які одночасно контактують з гірською породою на поверхні, з об'ємною часткою алмазів і середнім діаметром алмазного зерна. Вивчено основні параметри процесу буріння,

які впливають на зносостійкість та працездатність цих інструментів. Важливим було встановлення хімічного складу домішок у композиційний матеріал для суттєвого збільшення безвідмовності роботи бурових вставок.

В ІНМ ім. В.М. Бакуля розроблено технології спікання вставок з композиційного алмазовмісного матеріалу (КАМ) для бурових інструментів, що враховують екстремальні умови динамічних або циклічних термомеханічних навантажень. Результатами досліджень структурного стану і механізмів руйнування двох типів зразків алмаз-твердий сплав ВК6 і алмаз-твердий сплав ВК6 з домішками W_2B_5 встановлено, що введення цих домішок сприяє однорідності зернистої структури і фазового складу матриці, що формує у матриці стискувальні напруження, а також запобігає утворенню неалмазного вуглецю в продуктах взаємодії алмаз-матриця.

Загалом отримані результати підтверджують кінетичну модель опису фізико-хімічного процесу, що відбувається при спіканні КАМ.

В ІНМ ім. В.М.Бакуля на основі цих досліджень розроблені полікристалічні алмазно-твердосплавні пластини підвищеної термостійкості та різальної здатності, розроблено технологію їх спікання.

Таким чином, цими роботами встановлено такі чинники:

1. В процесі руйнування гірських порід бурові вставки зношуються і безповоротно змінюють свої властивості залежно від хімічного складу композиту, концентрації і зернистості алмазів та умов випробування.

2. При зміні середнього діаметра алмазів від 0,46 до 0,75 мм відбувається зменшення теплового потоку в процесі руйнування пісковика до трьох разів в діапазоні усіх значень навантажень.

При зростанні концентрації алмазів від 75 до 100 тепловий потік зростає удвічі, а роботоздатність інструмента зменшується.

3. Введення до складу алмазно-вмісного шару домішок CrV_2 при оптимізації умов спікання термостійкість АТП збільшується від 650°C до 1100°C.

В роботах ІНМ ім. В.М.Бакуля, НАК «Нафтогаз України», ЗАТ «НДІ КБ бурового інструменту» та ІФНТУНГ досліджено особливості застосування породоруйнівних інструментів, розроблено математичні моделі процесу руйнування вибою свердловин з урахуванням впливу компоновки низу бурильної колони.

Істотним є те, що встановлено взаємозв'язок компонентів сил, прикладених до різців доліт, та умов їх розташування і профілю вибою. Ця математична модель (НАК «Нафтогаз України») дає змогу створити на виробництві індивідуальні типи доліт для конкретних умов їх відпрацювання, тобто робити їх максимально ефективними в роботі.

В результаті співпраці ІНМ ім. В.М.Бакуля та НАК «Нафтогаз України» створено конструкції бурових інструментів з новітніми надтвердими матеріалами.

Ці інструменти класифікуються таким чином: долота для буріння суцільного вибою, різні долота для створення бокових стовбурів, наддолотні колонні калібратори, вибійні фрезери, металоуловлюючі калібратори.

САПР «Долота» дає можливість створювати і розраховувати нові моделі доліт та вдосконалювати вже існуючі.

В ІФНТУНГ виконано теоретичне узагальнення та моделювання роботи шарошкових інструментів на вибої з урахуванням впливу колони бурильних труб. Розроблена модель є системою рівнянь, які описують кінематику роботи долота з урахуванням геометрії робочих поверхонь шарошок, форм і конструктивних параметрів їх озброєння та динаміку колони. Як граничні умови використовуються експериментальні характеристики процесу руйнування гірських порід залежно від кінематики породоруйнівних інструментів та геометрії вибою в точці руйнування, поєднання типу породи та породоруйнівних елементів в умовах високого тиску.

Запропоновано алгоритм наближеного розв'язання задачі з визначення у будь-який момент часу лінійних і кутових зміщень долота та перерізів бурильної колони, а також розрахункові залежності для визначення величини початкової швидкості буріння та енергоємності поглиблення вибою. Дано оцінку впливу конструктивних параметрів долота, компоновки бурильної колони, параметрів віброзахисних інструментів та режиму буріння на ефективність поглиблення свердловини.

У нафтовій і газовій промисловості велику роль відіграє інформація про фізико-механічні властивості гірських порід. У цьому відношенні в «НДІ КБ бурового інструменту» на основі теоретичних, конструкторських і промислових робіт розроблено технічні засоби і технології буріння з максимальним виходом ядра. Узагальнені показники відбору ядра для родовищ України склали 88%, а для родовищ Російської Федерації — 89%. Надзвичайно широке застосування ці засоби знайшли при бурінні горизонтальних свердловин.

Важливим завданням покращення техніки і технології буріння свердловин є створення нормального ряду бурових віброзахисних інструментів і методик їх ефективного використання. В ІФНТУНГ на основі проведених пошукових, теоретичних та дослідно-експериментальних робіт:

– розроблено та створено нові віброзахисні інструменти (РДБК, НЕБ, АР, АШТ), організовано їх серійний випуск та впровадження при бурінні свердловин, запропоновано перспективні інструменти для ефективного гасіння повздовжніх і крутильних коливань бурильної колони з регульованою зміною жорсткості та в'язкого опору пружних елементів пристроїв безпосередньо на буровій при зміні долота;

– для ефективного використання віброзахисних інструментів та забезпечення підбору оптимальних режимних параметрів компоновок бурильних колон, розроблено керівні документи, які дають змогу приймати обґрунтовані рі-

шення стосовно змін динамічності роботи долота та надійного віброзахисту бурильної колони.

При бурінні похило-спрямованих та горизонтальних свердловин використовувалась методика розрахунку раціонального розміщення опорно-центрувальних елементів компоновок низу по довжині бурильної колони, конструкції пристроїв для ліквідації та попередження прихоплень бурильного інструменту в стовбурі свердловини, визначались оптимальні параметри цих процесів.

Характерною особливістю українських нафтових і газових родовищ є значна виснаженість їх запасів, а також наявність значних залишкових запасів у тупикових і слабо дренованих зонах, в нафтових об'ємках газових покладів. У цьому відношенні авторами роботи (НДІ КБ бурового інструмента) створено сучасні технології та технічні засоби для горизонтального буріння, технології відновлення недіючого фонду свердловин, сучасних новітніх матеріалів та породоруйнівних інструментів тощо.

Важливим результатом наукових досліджень є створення вітчизняного техніко-технологічного комплексу, пристосованого для буріння горизонтальних свердловин в специфічних умовах родовищ України, який за якісними показниками, надійністю роботи відповідає кращим зразкам зарубіжної техніки.

Вперше у світовій практиці освоєння свердловин теоретично обґрунтовано відновлення продуктивності свердловин шляхом створення у привибійній зоні багаторазових миттєвих депресій і репресій. Цей фізичний ефект дає змогу надійно відновлювати проникність колектора у привибійній зоні, доводити продуктивність свердловини до рівня потенційно можливих. Для реалізації технології розроблено новий клас струминних апаратів, який дає змогу поєднати миттєві депресії з кислотними обробками пласта, а також здійснювати гідродинамічні дослідження у свердловині. Ці технології дозволяють збільшувати дебіт свердловин від 1,5 до 10 разів залежно від ступеня засмічення колектора у процесі його первинного розкриття.

В результаті виконання системних теоретичних, експериментальних, дослідно-конструкторських та промислових робіт створено комплекс вітчизняних технологій, технічних засобів, нових надтвердих матеріалів і породоруйнівних інструментів, що забезпечують підвищення ефективності буріння свердловин, розвідки та розробки нафтогазових родовищ в Україні, в т.ч.:

1. Розроблено наукові основи і методологію створення новітніх зносостійких матеріалів на базі надтвердих алмазовмісних композитів та вирішено важливу науково-практичну проблему формування наукових і методологічних засад проектування породоруйнівного інструменту та оптимізації його конструкцій для конкретних геолого-технологічних умов буріння на основі математичної моделі процесу руйнування вибою свердловини з урахуванням впливу

компоновки низу бурильної колони в інтерактивному режимі роботи САПР "Doloto", що дало можливість створити вискоєфективні породоруйнівні інструменти, які забезпечили збільшення проходки на долота у 2-3 рази та механічної швидкості буріння удвічі і стали конкурентоздатними на світовому рівні.

2. Створено нові технології і технічні засоби для буріння похило-спрямованих та горизонтальних свердловин, що базуються на використанні оригінальних елементів компоновок низу бурильної колони, удосконалених конструкцій породоруйнівних інструментів, вітчизняних телеметричних систем і методів управління траєкторією стовбура свердловини. Із застосуванням цих технологій і технічних засобів в Україні успішно пробурено десятки похило-спрямованих і горизонтальних свердловин на Бугруватівському, Леляківському, Південно-Панасівському нафтових родовищах ВАТ „Укрнафта”, дебіти яких кратно перевищують дебіти звичайних вертикальних свердловин.

3. Розроблено і впроваджено технології та технічні засоби для відновлення ліквідованих, недіючих і малодебітних свердловин шляхом зарізання і буріння нових бокових похило-спрямованих та горизонтальних стовбурів з використанням вітчизняних засобів геонавігації. По цій технології успішно відновлені і дають продукцію нафтогазові свердловини на Качанівському та Долинському родовищах ВАТ «Укрнафта». Додатковий видобуток з них склав понад 13 тис.т нафти і понад 30 млн.м.куб. газу. В Україні існує понад 1200 свердловин, які можуть бути відновлені за розробленою технологією. Витрати на відновлення свердловин окупуються протягом першого року їх експлуатації.

4. Створено сучасний вітчизняний техніко-технологічний комплекс для відбору глибинних взірців породи (керна) з різних за призначенням, типом та конструкціями свердловин в різноманітних геологічних умовах. В результаті одержаних високих показників виходу керна та широкого впровадження описаного вище комплексу, досягнуто підвищення інформативності щодо продуктивності покладів та уточнення запасів в них вуглеводнів (в бік їх збільшення) по Одеському газовому родовищу ДАТ „Чорноморнафтогаз” в 1,7 рази, по Ромашкінському нафтовому родовищу ВАТ „Татнефть” — в 1,5-2 рази.

5. Розроблений, виготовлений і впроваджений технологічний комплекс і нормальний ряд керноприймальних пристроїв типу ПКК, з використанням яких пробурено з відбором керна в складних геологічних умовах збільшених глибин і нестійких порід понад 25000 метрів гірських порід в продуктивних горизонтах більш як на 2000 свердловин України і Росії з середнім виходом керна 92%.

6. Розроблено та впроваджено унікальні технології і керноприймальні пристрої типу ПКГ для відбору орієнтованих взірців породи при бурінні горизонтальних ділянок свердловини. Ці пристрої забезпечили проходку 377,3 м

гірських порід з відбором керна більш як на 30 горизонтальних свердловинах України і Росії з рекордними показниками виходу керна — 98,8%.

7. Для забезпечення можливості відбору ізольованих взірців породи із збереженням пластових флюїдів, розроблено, виготовлено та впроваджено оригінальні технології і нові технічні засоби, які забезпечили відбір керна підвищеної інформативності з особливо перспективних горизонтів при пошуковому бурінні на Одеському і Суботинському родовищах в акваторії Чорного моря та сприяли уточненню запасів нафти і газу в них в бік значного збільшення.

8. Розроблений комплекс віброзахисних інструментів для використання при роторному і турбінному способах буріння дає змогу управляти динамікою роботи бурильної колони і показники їх роботи на 20-25%, зменшити вібрації бурильного інструменту в 2-4 рази.

9. Розроблено та широко впроваджено у практику технології відновлення фільтраційних властивостей порід колекторів, що дало змогу збільшити дебіти свердловин у 1,5 та більше разів за рахунок реалізації нового методу дії на привибійну зону багаторазовими депресіями і репресіями.

III Міжнародна науково-технічна конференція

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ І НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ITSSSP'2007

м. Луганськ

(14 – 16 листопада 2007 р.)

Оргкомітет конференції

Луганський національний педагогічний
університет імені Тараса Шевченка,
91011, м. Луганськ, вул. Оборонна, 2

itssp2007@lnnu.edu.ua

<http://www.itssp2007.lnnu.edu.ua>

Тел.: (0642) 53 65 37

Тематика конференції:

- Принципи створення машин, методи розрахунків і конструювання деталей і вузлів машин, удосконалення наявних конструкцій з метою підвищення коефіцієнта корисної дії та зменшення маси машин
- Розвиток теорії та методів синтезу й оптимізації механізмів і машинних агрегатів за заданими умовами роботи
- Вплив матеріалів, технології обробки та умов експлуатації на працездатність, надійність, довговічність машин і механізмів

Мета конференції:

Обмін інформацією з теоретичних і прикладних досліджень у галузі оптимального проектування деталей і вузлів машин та механізмів для ефективного вирішення інженерних завдань машинобудування, розробки технологій його удосконалення