

УДК 550.83

В.О. Андрущенко, зав. лаб.,
В.Н. Курганский, д-р геол.-мінералог. наук,
М.В. Петрук, голов. спец.,
І.В. Тішаєв, асп.

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ MWD СИСТЕМИ "ПАРКУС" В УКРАЇНІ

Розглянуто призначення та можливості першої в Україні безкабельної телеметричної системи з електромагнітним каналом зв'язку "ПАРКУС". Наведено результати її застосування.

Structural configuration and application experience of the first wireless telemetering system on Ukraine with an electromagnetic transmission channel are given.

Вступ. Проблема отримання геофізичної і геолого-технологічної інформації безпосередньо в процесі буріння свердловин залишається актуальною та складною комплексною проблемою. Розв'язання її в повному обсязі дозволить підвищити точність геонавігації та значно зменшити витрати часу на проходження свердловин з одночасним вивченням гірських порід за даними комплексу геофізичних і геолого-технологічних методів дослідження, що в кінцевому підсумку підвищить геологічну та економічну ефективність пошуків, розвідки і розробки нафтогазових покладів, особливо так званих нетрадиційних, складно побудованих (тектонічно, літологічно екранованих та ін.) покладів нафти та газу.

Технологія успішного розв'язання такої задачі полягає в комплексному застосуванні тріади: пластової на-

хилометрії – забійних телеметричних систем – геофізичних і геолого-технологічних досліджень, які супроводжують процес буріння.

Результати пластової нахилометрії уточнюють просторове розташування шарів, що складають структуру, яка розбурюється, і дають можливість більш точно, цілеспрямовано провести геонавігаційні роботи: увійти буровому інструменту в запланований шар-колектор і, у разі необхідності, пройти всередині, не виходячи за його межі.

Використання систем вимірів забійних параметрів у реальному масштабі часу (MWD) з надлишком окупає капітальні вкладення, пов'язані з доповненнями до традиційної технології буріння. Проводка свердловин з використанням таких систем дозволяє не затримувати процес буріння, відмовитися від традиційного каротажу

© В.О.Андрущенко, В.Н.Курганский, М.В.Петрук, І.В.Тішаєв, 2005

(звичайної інклінометрії, гамма-каротажу та інших геофізичних досліджень) і виключити можливість прихоплення бурового інструмента в свердловині.

Використання в системі акселерометрів дає можливість слідкувати за виникненням підвищеної вібрації та ударів на забої, які позначаються на надійності не тільки забійних датчиків, але й усього устаткування компоновки низу бурильної колони, і оперативно вживати відповідних заходів з їх усунення (наприклад, за рахунок незначної зміни частоти обертання долота).

Для попередження прихоплення колони необхідно проаналізувати забійну інформацію (навантаження на долото і момент на долоті) та інформацію від наземних датчиків (вага на кріюці). Зіставлення цієї інформації в реальному масштабі часу дозволяє, зокрема, виявити утворення уступу в стволі свердловини та своєчасно провести розширення.

Появу промивів у бурильній колоні можливо встановити при зіставленні напруги, що генерує турбінка MWD, розташована у верхній частині забійної компоновки, із тиском та числом ходів насоса: турбінка в цьому випадку відіграє роль забійного витратоміра. Зниження напруги свідчить про те, що не весь потік рідини дістається забою.

При сучасній компоновці забійної частини MWD деякі датчики розміщуються досить далеко від долота, оскільки між приладами і долотом розташований забійний двигун завдовжки майже 10 м. Так, реєстрація електричного опору і гамма-опромінення гірських порід виконується на відстані понад 15 м від долота. У той же час при бурінні достатньо точно вимірюються навантаження і момент на долоті, а також напруга на турбінці, що пропорційна витраті бурового розчину.

Значення обертового моменту у відносних одиницях добре корелюється з літологічними показниками. Оскільки дані вимірів електричного опору і гамма-опромінення запізнюються порівняно з положенням долота, а величина моменту на долоті відразу змінюється при переході в іншу породу, тільки сполучення цих параметрів дозволяє встановити момент переходу долота з одного шару в інший і зробити точну прив'язку їх залягання по глибині.

У свердловині з нерозмитими (ще не зміненими буровим розчином) стінками система MWD, працюючи безпосередньо під час буріння, дозволяє забезпечити високоякісний каротаж і виявити продуктивні шари, які можуть бути пропущені при дослідженнях, що проводяться після розбурювання інтервалу. Крім того, система MWD передбачає додатковий збір забійної інформації, яка записується в пам'ять приладу і зчитується на поверхні після підйому забійної компоновки. Ця додаткова інформація сприяє більш якійсь розшифровці даних каротажу.

Рівень цін, що склався нині на системи MWD, є головною перешкодою на шляху їх широкого впровадження в Україні. Як правило, західні фірми (Сперрі-Сан, Шлюмберже, Халлібартон, Айсман Крістенсен та Бейкер Х'юз, Геосервіс), які виробляють такі системи, їх не продають (або продають застарілі розробки, до того ж значно обмежені функціонально), а лише надають послуги із супроводу буріння горизонтальних ділянок свердловин із своїми апаратурою і персоналом, або, в крайньому випадку, здають їх в оренду, забезпечуючи лише навчання персоналу та сервісне обслуговування переданої в оренду техніки.

Така їхня позиція пояснюється, з одного боку, складністю техніки, що експлуатується, та її дорожнечою, а з іншого, – політикою фірм, які або ретельно все патентують, або навіть відмовляються від патентування, щоб не

розкривати те чи інше технічне рішення перед конкурентами. Необхідно відмітити, що дорожнеча таких систем пояснюється не вартістю самих механічних або електронних виробів та програмного забезпечення, а тим, що це є наукомісткі вироби, і вартість витрат на науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські роботи включається частково в комерційну вартість систем MWD.

Забійна телесистема "ПАРКУС". Перша в Україні безкабельна телеметрична система "ПАРКУС" з електромагнітним каналом зв'язку була створена в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Вона призначена для контролю і оптимізації траєкторії та швидкості буріння свердловини, документування інформації, що збирається, виявлення перед аварійної ситуації на ранній стадії, що дозволяє з її допомогою реалізувати комп'ютерну проводку похило-спрямованих і горизонтальних свердловин.

Забійна телесистема складається із свердловинної частини (човник + диполь), що встановлюється над забійним двигуном, та наземної частини (антена + прийомопередавач + комп'ютер), які пов'язані між собою за допомогою електропотенціального безпроводного інформаційного каналу зв'язку (рис. 1, 2). Якість передачі інформації низькочастотними радіохвилями суттєво не відрізняється від передачі гідравлічним каналом зв'язку, проте важливою перевагою реалізованого методу є можливість передачі інформації, коли не працюють бурові насоси, або коли буріння проводиться з продуванням повітрям, або коли використовується буровий розчин на нафтовій основі.

У випадку необхідності телесистема "ПАРКУС" може використовуватися не тільки з електромагнітним каналом зв'язку, але й з кабельною лінією зв'язку (в низькочастотному геологічному розрізі), а також у режимі звичайного каротажного приладу (наприклад, високочастотного інклінометра) у відкритому стовбурі або в режимі автономного скидового інклінометра.

Базова модель легко модифікується для вирішення інших задач, таких як зарізання нових стовбурів у свердловинах старого фонду, проведення геофізичних досліджень у горизонтальних ділянках свердловин тощо.

Зниження вартості експлуатації пропонованої системи MWD завдяки використанню електромагнітного передавача, що передає інформацію на поверхню у формі радіохвиль (при цьому виключається необхідність у наявності генератора пульсацій, який використовується у звичайних системах MWD з гідравлічним каналом зв'язку), є можливим при відносно неглибокому заляганні продуктивних шарів (1–3 км), оскільки радіохвилі часто поглинаються в гірських породах з питомим опором, меншим за 1 Ом·м. Це обмеження за глибиною знімається шляхом встановлення ретрансляторів сигналу. За конструкцією ретранслятор – це приймач-передавач, аналогічний до забійного, але із зміненою програмою в ПЗУ.

Система MWD здатна забезпечити високі прибутки, якщо вона відіграє суттєву роль у підвищенні ефективності буріння і попередженні ускладнень, у першу чергу викидів, прихоплень інструменту та промивів бурильних труб, на долю яких випадає до 75 % усіх проблем, що виникають при бурінні. Використання системи MWD у процесі буріння забезпечує значну економію коштів завдяки мінімізації ймовірності виникнення подібних ускладнень, за умови, якщо на буровій присутні добре підготовлені спеціалісти з експлуатації системи MWD та прийняття рішень на основі отриманої інформації.



Рис. 1. Структурна схема MWD системи "ПАРКУС"

Вимірювані технологічні параметри базового варіанта MWD системи "ПАРКУС"

Зенітний кут	$0^{\circ} - 180^{\circ}$	$\pm 0,1^{\circ}$
Азимутальний кут	$0^{\circ} - 360^{\circ}$	$\pm 0,5^{\circ}$
Візорний кут	$0^{\circ} - 360^{\circ}$	$\pm 0,5^{\circ}$
Рівень вібрації	$0 - 50g$	$\pm 0,1g$
Осьове навантаження	$0 - 25 \text{ тс}$	$\pm 0,1 \text{ тс}$
Обертний момент	$0 - 1000 \text{ кгс}\cdot\text{м}$	$\pm 50 \text{ кгс}\cdot\text{м}$
Питомий електричний опір	$0,2 - 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$	$\pm 10 \%$
Гамма-випромінювання	$2 - 50 \text{ мкР/год}$	$\pm 10 \%$
Температура	$10^{\circ} - 90^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
Кількість обертів електротурбіни	$400 - 600 \text{ об/хв}$	$\pm 10 \%$, або витрати бур. розчину $4 - 60 \text{ л/с}$

Параметри функціонування

Напруга акумуляторів	до 30 В
Струм підзарядки	до $1,5 \text{ А}$
Струм диполя-випромінювача	до 30 А
Час передачі команди на забій	10 с
Час прийому інформації із забою	$10, 20, \text{ і } 40 \text{ с}$
Діапазон температур	до $+85^{\circ}\text{C}$ ($+125^{\circ}$ і $+175^{\circ}\text{C}$ – за окремим замовленням)
Внутрішній свердловинний тиск	до 600 кгс/см^2
Напрацювання на відмову	не менше 600 год

Електромагнітний канал:

Надійний прийом сигналу без ретранслятора із звичайною штировою антеною спостерігається на глибинах до $2,5 - 3,0 \text{ км}$. Добрий прийом з більших глибин ($4,0 - 4,5 \text{ км}$) можливий за умови використання ретранслятора або спеціальної антени.

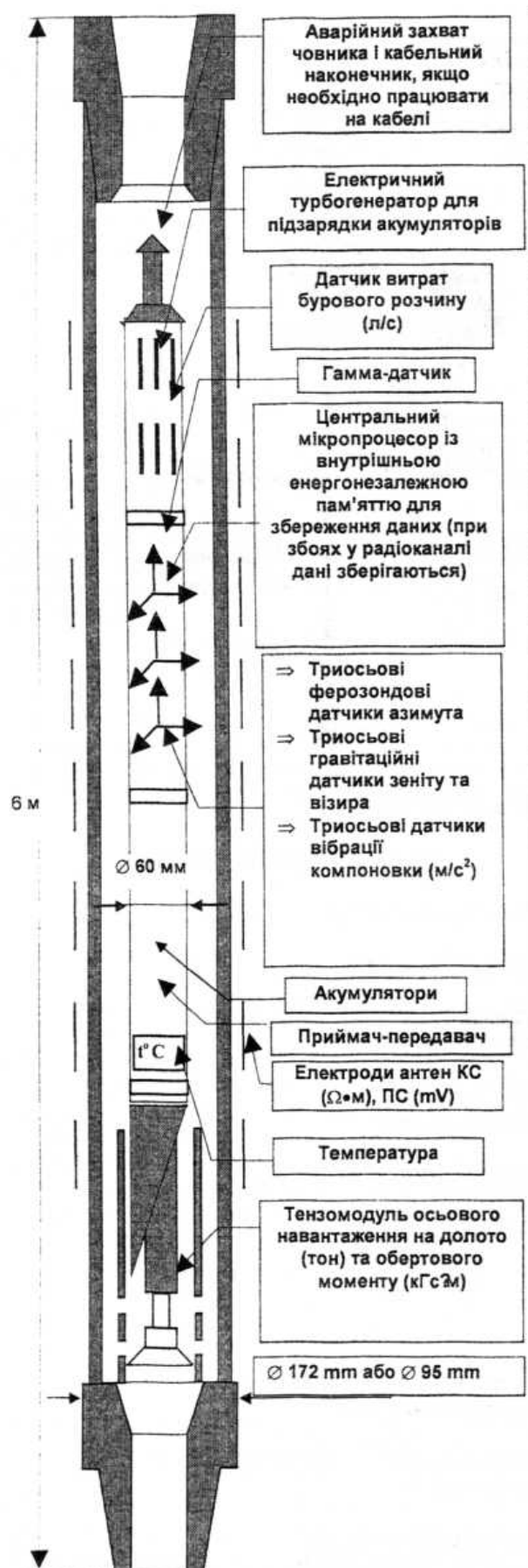


Рис. 2. Будова, точнісні та технологічні характеристики свердловинного приладу (човника)

У роботах з точного орієнтування стовбура свердловини зазвичай приймають участь інженер по системах вимірів забійних параметрів, геолог, спеціаліст по колекторах, спеціаліст по похило-спрямованому бурін-

ню, які приймають оперативні рішення, перебуваючи безпосередньо на буровій установці.

Практичні результати. Базова модель системи MWD "ПАРКУС" легко модифікується для роторного буріння свердловин, для забурювання нових стовбурів із свердловин старого фонду та різних геофізичних досліджень у горизонтальних ділянках свердловин.

За допомогою системи MWD "ПАРКУС" були проведені похило-спрямовані свердловини на багатьох нафтогазових родовищах України, зокрема:

- Андріяшівське, свердловина № 72;
- Східні Рогенці, свердловина № 60;
- Коржевське, свердловина № 36;
- Бугроватівське, свердловина № 400.

Після багатократних свердловинних випробувань стало зрозумілим, що дані, отримані дійсно в процесі буріння (тобто із безупинним прокачуванням), можуть бути настільки точними, що профіль свердловини може визначатися в реальному масштабі часу без зупинок на проведення контрольних вимірів звичайними інклінометрами (рис. 3).

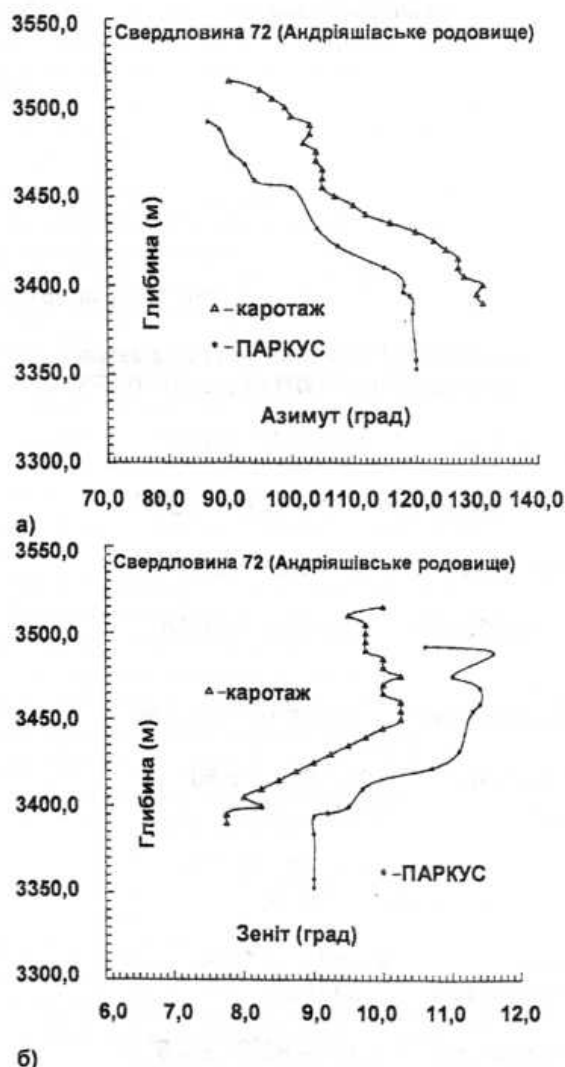


Рис. 3. Зіставлення результатів, отриманих телеметричною системою "ПАРКУС" і стандартним свердловинним інклінометром на свердловині №72, Андріяшівське родовище: а) результати вимірів азимутального кута; б) результати вимірів зенітного кута

Сукупність досягнутих позитивних результатів щодо провідки ряду похило-спрямованих свердловин дозволяє ставити питання про широке впровадження такої системи в практику бурових і геофізичних робіт в Україні та за кордоном.