

УДК 622.276.012.05

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.46148

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОБУРІВ

© К. В. Діхтяренко, В. П. Червінський, А. І. Пушишев

У статті викладені відомості про історію виникнення електробуріння, показані техніко-економічні характеристики електробуріння. Детально описані конструкція і особливості роботи електробурів та їх складових. Теоретичні дослідження професора Кікота О.В. забезпечують можливість створення нової конструкції електробура на постійному струмі. Приведена принципова конструкція такого електробура показані його переваги

Новий електробур дозволить оперативно змінювати частоту обертів долота та збільшить механічну швидкість буріння

Ключові слова: свердловина, електробур, постійний струм, частота, колона

The article provides information about the history of electric drilling; performance indicators of electric drilling are shown. The design and features of the serial electric drills, their components and assemblies are described in detail. Design reliability and experience of use are estimated. Theoretical calculations made by Professor Kikot O.V. provide an opportunity to create a new design of electric drill DC. The conceptual design of such electric drill together with construction advantages is provided.

New electric drill will allow quickly change the frequency of the bit rotation and increase drilling penetration rate

Keywords: hole, electric drill, direct current, frequency, column

1. Вступ

В світовій практиці, при бурінні нафтових і газових свердловин, застосовуються наступні засоби буріння:

– роторний, коли обертання долота забезпечується ротором через колону бурильних труб;

– буріння турбобуром – здійснюється гідравлічним вибійним двигуном, при цьому бурова колона не обертається.

– буріння гвинтовими гідравлічними двигунами – найбільш сучасний засіб буріння, при якому долото обертається ротором гвинтової пари;

– буріння електробуром, коли обертання долота передається асинхронним трьохфазним електродвигуном, зв'язаним з поверхнею кабельними секціями [1, 2].

2. Літературний огляд та постановка проблеми

Завдяки вивченню фактичного матеріалу з багаторічної експлуатації електробурів виявились їх основні конструктивні недоліки, а саме: зменшити зовнішній діаметр електробурів, не виявляється можливим, через застосування трифазного електричного двигуна в якому статор та ротор мають задані параметри а підвід струму здійснюється по трижильному кабелю. При трифазному струмі не забезпечується оперативне регулювання обертів долота. Складною

проблемою є зарізання другого стовбура в експлуатаційних свердловинах. Як відомо внутрішній діаметр обсадних, експлуатаційних колон знаходиться в межах 120–148 мм. Для роботи в таких колонах зовнішній діаметр електробура на постійному струмі повинен бути 89–110 мм. Попередні проробки показують що створити такий вибійний двигун можливо.

З 1965 року промислове освоєння електробуріння для нафтових і газових свердловин почалось на Харківському електро-механічному заводі, а з 1972 року передано Харківському заводу «Потенціал», котрий являвся єдиним виробником даного виду обладнання у світі.

За роки застосування електробуріння найбільший об'єм прийшовся на Башкортостан, де було пробурено біля семи мільйонів метрів гірських порід в 2500 свердловинах. Крім цього регіону електробуріння застосовувалось в Туркменістані, Азербайджані та на Україні [3].

Всього було пробурено 12,5 мільйонів метрів.

Крім буріння нафтових та газових свердловин з допомогою електробурів можна застосовувати їх у вугільній промисловості для буріння дегазаційних свердловин.

Можна бурити вертикальні свердловини на воду. Можна бурити свердловини великих діаметрів

при спорудженні промислових та цивільних об'єктів, для установки мостових опор [4].

3. Конструкція електробура та його позиція у сучасному світі

Конструкція сучасного електробура складається з електродвигуна та з'єднаних з ним редуктора та шпінделя.

Електродвигун уявляє собою занурену, маслонаповнену трьохфазну асинхронну машину з короткозамкнутим секційним ротором і наповненого маслом шпінделя з осьовими та радіальними підшипниками. Корпус двигуна і шпінделя з'єднується з допомогою конічних різьб.

Обертний момент двигуна передається на вал шпінделю з допомогою зубчатих муфт.

У верхній частині редуктор-вставка не має ущільнень, а в нижній частині герметизується торцевим ущільненням. Для зменшення швидкості обертання долота і підвищення крутного моменту можна використовувати два послідовно з'єднаних редуктора-вставки.

Обслуговування та ремонт електробурів здійснюється на спеціальних базах - майстра, які є обов'язковим підрозділом для забезпечення комплексу робіт для ремонту, відновлення та сервісного обслуговування.

Компоновка низу бурильної колони при бурінні електробуром виглядає наступним чином, зображена на рисунки 1 (знизу – в гору); долото, шпіндель, механізм викривлення, редуктор, телеметрична система (геофізичний пристрій контролю параметрів свердловини), СКІТ (система контролю та ізоляції токопідводу), бурильні труби (спеціальні, для електробуріння), ведуча труба (штанга), токоприймальник, вертлюг, труби в яких протягнуті та закріплені кабельні секції.

На поверхні встановлені: силовий трансформатор, пристрій управління та захисту електробура, розподільчий пристрій, наземний блок телесистеми.

Електробур з долотом спускають в свердловину на бурильних трубах, через які прокачують промивочну рідину. Електроенергія до двигуна подається по кабельним секціям, закріпленим в бурильних трубах.

Наявність у токоприймальнику ковзаючих контактів дозволяє в випадку необхідності повертати колону труб в процесі буріння або обертати ведучу трубу при нарощуванні труб.

При бурінні нахил – спрямованих свердловин застосовують механізм викривлення, з кутом відхилення 1° , $1,5^\circ$ і 2° . Цей механізм в вигляді окремого вузла монтується між двигуном та шпінделем [5].

Для контролю за траєкторією свердловини використовується пристрій орієнтування бурового інструменту (телеметрична система) яка передає данні про кут нахилу свердловини, азимут і відхилення.

Для зменшення швидкості обертання долота і підвищення обертального моменту застосовують редуктор.

Електробури ефективно працюють при глибини до 7000 метрів при охолодженні циркулюючим буровим розчином при гідростатичному тиску до

125 Мпа. Температура розчину в свердловині в процесі циркуляції повинна бути не більше 85°C .

Буріння електробуром може відбуватися з усіма типами доліт, включає алмазні та гідромоніторні.

Електробур дозволяє бурити, використовуючи продувку повітрям та аерованою рідиною.

Вивчення досвіду сучасного буріння показує, що подальший прогрес в цій області, в першу чергу, зв'язаний з ростом глибин свердловин і збільшенням об'ємів горизонтального буріння. В зв'язку з цим, виникають проблеми ефективної доставки енергії до вибою свердловини та отримання на поверхні достовірної інформації.

Найбільш раціональним засобом буріння, при якому вирішуються ці задачі, являться електробуріння. У другій половині 20-го сторіччя створено алмазні долота з надзвичайно високими потенційними можливостями щодо продуктивності буріння свердловин. Адекватним технічним засобом для обертання цих доліт може стати нова конструкція електробура.

Розроблено варіант теплоізолюючого однопровідного трубчастого струмопідводу, який значною мірою знімає теплові обмеження електробура при глибокому і надглибокому бурінні з огляду на високі температури в надрах Землі.

Впровадження нового електробура може стати поштовхом до розв'язання проблеми забезпечення України газом (а, ймовірно, і нафтою) за рахунок власних ресурсів, а також до розв'язання проблеми дегазації вугільних пластів з метою забезпечення вугільних шахт від вибухів метану. Перспектива значного підвищення продуктивності буріння глибоких свердловин наближає нас до можливості масового використання теплової енергії Землі в місцевостях з пересічною величиною геотермічного градієнта з метою обігріву міст.

Ставлення до електробуріння сьогодні у світі є неоднозначним. Спеціалісти із стратегічним мисленням розуміють, що за цим напрямом майбутнє. Однак реальний баланс переваг і недоліків електробура після сімдесяти років пошуків у цьому напрямі не сприяє новим розробкам. Автор сподівається, що результати роботи, викладені у цій праці, спроможні в умовах енергетичних викликів сьогодення змінити тенденцію. Схема комплексу устаткування для буріння новим електробуром постійного струму з однопровідним струмопідводом зображена на рис. 1.

Схема включає до себе наступні вузли: 1 – долото, 2 – шпіндель, 3 – викривлюваний механізм, 4 – редуктор, 5 – двигун електробура, 6 – телеметрична система, 6 – замок, 7 – однопровідний струмопідвід, 8 – бурильна труба, 9 – ротор, 10 – квадратна штанга, 11 – струмознімач, 12 – вертлюг, 13 – гак талевої системи, 14 – генератор постійного струму, 15 – провідний двигун генератора, 16 – щит керування електробуром, 17 – пульт бурильника, 18 – пульт телеметричної системи.

Так склалось, що зусилля спеціалістів у світовому масштабі були зосереджені в основному на вдосконаленні роторного буріння і, до деякої міри, буріння з допомогою гідравлічних двигунів. Однак, незважаючи на залучення найновіших досягнень з

цілого ряду галузей техніки, при тому, що основний робочий процес залишився на рівні 19-го сторіччя, ці способи буріння щораз менше відповідають новим викликам з боку нафто- і газовидобутку. Цими викликами є:

- 1) невинне зростання обсягу буріння похиле-но-спрямованих свердловин;
- 2) необхідність значного збільшення глибини буріння в традиційних районах нафто- і газовидобування;
- 3) необхідність здешевлення будівництва свердловини;
- 4) підвищена аварійність при бурінні надглибоких свердловин.

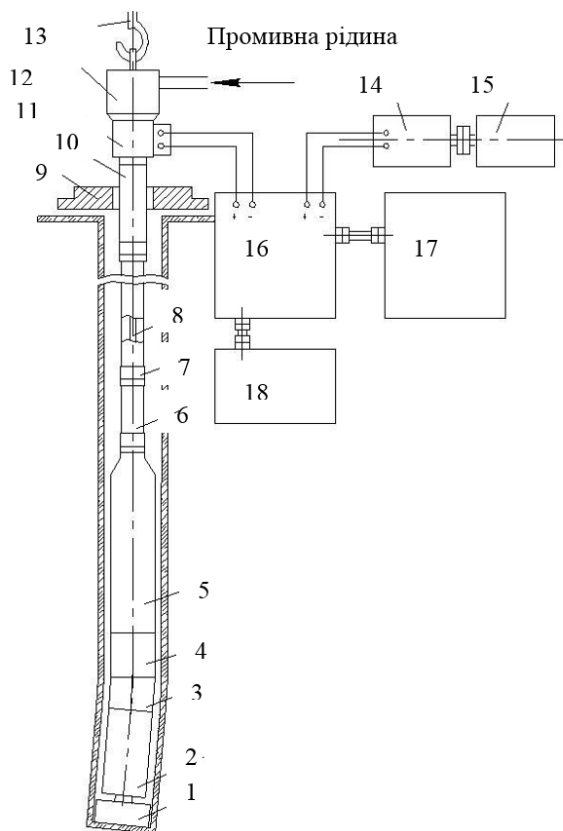


Рис. 1. Схема комплексу устаткування для буріння новим електробуром постійного струму з однопровідним струмопідводом

Існуючий електробур змінного струму забезпечує потрібну для алмазних імпрегнованих долот високу частоту обертання, а також забезпечує можливість контролю обертального моменту на долоті шляхом вимірювання споживаної активності електричної потужності. Однак він здатен працювати лише з тими долотами, які не реалізують високої гідравлічної потужності. Річ у тому, що в існуючому електробурі перепад тиску від проходження промивної рідини через долото повністю передається на нижнє ущільнення електробура, що радикально знижує надійність його нагрівання долота при інтенсивному бурінні.

Іще один парадокс ситуації. Існуючі електробури від моменту їх створення працювали з шарош-

ковими долотами, які є джерелом сильної вібрації. При бурінні в твердих породах вібраційне прискорення земного тяжіння може досягати сотень. І це, поза всякими сумнівами, є головною причиною міжремонтного періоду електробурів.

4. Результати дослідження та їх обговорення

1. Порівняно з бурінням гідравлічними двигунами, найбільш повно використовується гідравлічна потужність насосів, яка передається на вибій тільки для промивки. Тому, сильно покращуються умови очистки свердловин від вибуреної породи, збільшується механічна швидкість та проходка на долото, зменшується вартість буріння та строки будівництва свердловин [6].

Буріння електробуром відбувається при менших тисках у гідравлічній циркуляційній системі. відповідно зменшуються:

- зношення бурового обладнання і бурових труб;
- диференційний тиск на пласт;
- зменшується розмив стінок свердловини;
- рівень шуму на буровій;
- гідравлічні втрати тиску.

2. Електробур – це герметична масло наповнена машина, робочі органи якої не піддаються дії абразивних частинок бурового розчину.

Електробури мають найбільшу питому потужність на одиницю довжини вибійного двигуна. Ремонт електробурів в основному відбувається заміною торцевих ущільнень та підшипників і триває в два – три рази скоріше, ніж ремонт гідравлічного двигуна [7, 8].

3. Електробур – електрична машина, керування та контроль якою легко відбувається дистанційно.

При бурінні з допомогою електробура зміна моменту спротиву на долоті миттєво впливає на зміну струму і потужності, які контролюються з поверхні, тому можливо без підймання колони труб визначати ступінь зношування долота і попереджувати аварійні ситуації. Відкриваються широкі можливості автоматизації всього процесу буріння.

4. Характеристика двигуна електробура не залежить від його положення в просторі та глибини на якій він знаходиться, що дає можливість передавати більше потужності на великі глибини і в дуже викривлені та горизонтальні свердловини.

Все це робить електробуріння особливо ефективним при спорудженні горизонтальних, розгалужено – горизонтальних та глибоких свердловин, а також при проходці додаткових горизонтальних стовбурів у вже пробурених свердловинах [9, 10].

5. Висновки

В наш час, коли ведеться буріння на сланцеві поклади та буріння великих горизонтальних відтинків морських свердловин з стаціонарних та пересувних платформ кращого вибійного двигуна ніж електробур не існує.

Найбільшою перевагою електробура є можливість, завдяки наявності токопідведення, мати канал зв'язку для передачі інформації з вибою свердловини

на поверхню від зануреної телеметричної апаратури (телесистеми) і чітко орієнтувати необхідну траєкторію стовбура.

З урахуванням набутого нами досвіду ведеться робота по створенню нового електробура, який буде працювати від двигуна постійного струму, що дозволить оперативно змінювати частоту обертання породоруйнівного інструменту, і відповідно значно покращить відпрацювання доліт та збільшить механічну швидкість буріння.

Література

1. Кулиев, С. М. Температурный режим бурящихся скважин [Текст] / С. М. Кулиев. – М. Недра, 1968. – 186 с.
2. Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины [Текст] / Угинчус, А. А. – Издательство Харьковско-го университета. Харьков. 1970. – 396 с.
3. Электробуры: техническое описание и инструкция по эксплуатации [Текст]. – 1978. – 56 с.
4. Патент на изобретение РФ N2321717 МПК E21B 4/04 [Текст] / Кекот О. В., Бунчак З. В., Вовк Т. Б., Дудар О. С., Турянский О. А.. – Электробур для бурения нефтяных и газовых скважин, 2004. – 8 с.
5. Сафаров, Ю. А. Электробурение [Текст] / Ю. А. Сафаров, А. Б. Фрадкин. – Баку: Азнефтеиздат, 1957. – 191 с.
6. Сергеев, П. С. Проектирование электрических машин [Текст] / П. С. Сергеев. – М. Энергия, 1969. – 632 с.
7. Яремійчук, Р. С. Напрямки створення української технології буріння свердловин, конкурентноспроможних на світовому рівні [Текст] / Р. С. Яремійчук // Нафтова і газова промисловість. – 1997. – Вип. 4. – С. 272.

8. Brett, J. E. The genesis of Bit-induced torsional Drillstring SPE 21 [Text] / J. E. Brett, 1993. – 115 p.
9. Cavo Drilling Motors. Ltd Co [Text]. – Motor Operation Manual Fourth edition, 2005 – 237 p.
10. Dean, E. Gaddy Russian sharest technical Rnow with U.S. [Text] / E. Dean // Oil & Gas Journal. – 1999. – P. 155.

References

1. Kuliev, S. M. (1968). Temperaturnyi rezhim buriashchih skvazhin. Moscow: Nedra, 186.
2. Uginchus, A. A. (1970). Gidravlika i gidravlicheskie mashiny. Izdatel'stvo Har'kovskogo universiteta. Kharkiv, 396.
3. Elektrobury: tekhnichnyy opys ta instruktsiya z ekspluatatsiyi (1978), 56.
4. Kekot, O. V., Bunchak, Z. V., Vovkiv, T. B., Dudar, O. S., Turyans'kyu, O. A. Patent na vynakhid RF N2321717 MPK E21V 4/04. Elektrobur dlya burinnya naftovykh i hazovykh sverdlvovyn, 8.
5. Safarov, Yu., Fradkina, A. B. (1957). Elektroburinnya. Baku.: Aznefteizdat, 191.
6. Serhyeyev, P. S. (1969). Proektuvannya elektrychnykh mashyn. Moscow: Enerhiya, 632.
7. Yaremiychuk, R. S. (1997). Napryamky sozdanyya ukrayins'koi tekhnolohiyi burinnya sverdlvovyn, konkurentnospromozhnykh na svitovomu Rivni. Naftova ya hazova promyslovis't', 4, 272.
8. Brett, J. E. (1993). The henezys Bit-indukovanoyi kruchennya buryl'noyi kolony SRE 21, 115.
9. Savo Burinnya Motohs. TOV So (2005). Motoh Operatsiya Manual Fourth vydannya, 237.
10. Dean, E. (1999). Heddi Rosiyi sharest tekhnichna Rnow z SSHA. Oil & SAS Journal, 155.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Фик І. М.
Дата надходження рукопису 24.06.2015*

Діхтяренко Костянтин Вікторович, кандидат економічних наук, Голова ради директорів, корпорація «Харківмаш», вул. Лодзинська, 8 а, м. Харків, Україна, 61099

Червінський Володимир Петрович, кандидат технічних наук, доцент, головний конструктор, корпорація «Харківмаш», вул. Лодзинська, 8 а, м. Харків, Україна, 61099

Пушишев Андрій Ігорович, провідний конструктор, корпорація «Харківмаш», вул. Лодзинська, 8 а, м. Харків, Україна, 61099

УДК 004.75

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.46366

ПІДХІД ДО КОМПОНУВАННЯ REST-СЕРВІСІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

© **Б. В. Булах, В. С. Яременко**

Представлено підхід до організації виконання інженерних обчислень в розподілених системах інженерних розрахунків, який полягає у виконанні окремих етапів обчислень як послідовності викликів REST веб-сервісів, причому ця послідовність автоматично вибудовується відповідно до конкретної вирішуваної задачі та автоматично виконується без участі користувача

Ключові слова: інженерні обчислення, розподілені обчислення, сервісно-орієнтована архітектура, REST, композиція сервісів

An approach to organization of the execution of engineering calculations in the distributed engineering computing systems is presented. According to it the separate stages of the computing work flow are executed as the sequence of REST services' invocations. This sequence is constructed automatically depending on the concrete user's goal and is executed automatically without the user intervention

Keywords: engineering calculations, distributed computing, service-oriented architecture, REST, service orchestration