

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОБУРІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН

Я. С. Коцкулич¹, Є. М. Ставичний², С. А. П'ятківський²,
Є. Я. Коцкулич²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. +380 (342) 72-71-76; e-mail: drill@nung.edu.ua

²Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ "Укрнафта";
76019, м. Івано-Франківськ, Північний бульвар ім. О.С. Пушкіна, 2;
тел. +380 (342) 77-61-45

Наведено показники буріння похило-скерованих свердловин із застосуванням електробурів. Окреслено перспективні шляхи вдосконалення конструкцій електробурів і технологій їх застосування.

Ключові слова: похило-скерована свердловина, електробур, інтенсивність викривлення.

Відомо, що вперше у світі з поверхні землі похило-скеровану свердловину пробурено ударним способом у 1895 році С.Г. Войславомом. У тому ж році пробурено першу скеровану нафтову свердловину роторним способом (США, Техас) [1].

У 1949 році розпочато застосування двоствольного паралельного буріння (одна свердловина вертикальна, друга – похило-направлена) на морському родовищі Ізберг (Дагестан). У 70-х роках минулого століття буріння двоствольних свердловин започатковано Долинською спеціалізованою конторою електробуріння (Україна).

Буріння похило-скерованих свердловин із застосуванням електробурів було розпочато в 1951 році в Баку експериментальною конторою електробуріння. Пробурено ряд свердловин глибиною 2500 м з відхиленням від вертикалі до 250 м.

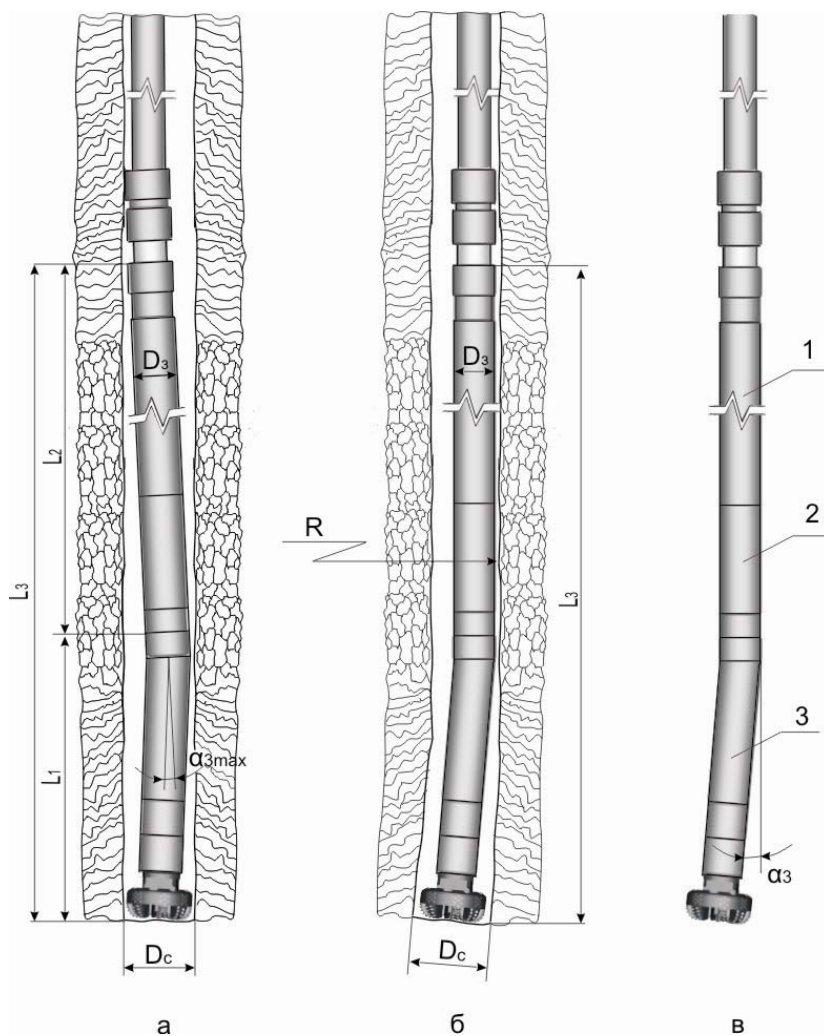
Під час буріння вперше було застосовано відхилювач у вигляді викривленого електробура, виконаного шляхом нагвинчування шпинделя на вал двигуна під деяким кутом [2]. Кут утворювався зміщенням осі різьби шпинделя відносно основної поздовжньої осі на кут від 0,5° до 2° (рис. 1).

Такий відхилювач виявився більш ефективним, ніж застосування викривленої труби або перехідника, встановлених над електробуром. В подальшому було розроблено конструкції викривлених електробурів, якими передбачено застосування механізмів викривлення МІ. Вони встановлювалися між серійним двигуном і шпинделем і забезпечували

перелом осей шпинделя і двигуна на $1,0^\circ$; $1,5^\circ$; $2,0^\circ$ (МІ1,0; МІ1,5; МІ2,0) при інтенсивності набору кривизни до $2,5^\circ$ на 10 м проходки.

У разі більшої інтенсивності набору кривизни (від $2,5^\circ$ до 5° на 10 метрів) застосовувалися механізми подвійного викривлення.

Механізм викривлення може бути встановлений між редуктором-вставкою електробура і шпинделем.



а - розташування електробура у вертикальній ділянці свердловини;
 б - розташування електробура у викривленій ділянці свердловини;
 в - схема викривленого електробура:

1 - двигун електробура, 2 - механізм викривлення, 3 - шпиндель

Рис. 1. Викривлений турбобур

Для вимірювання під час буріння кута нахилу свердловини, азимута і положення відхилювача було розроблено телеметричну систему (СТЕ).

У 1965 році розпочато серійне виробництво електробурів на Харківському електромеханічному заводі, а в 1972 році усе виробництво електробурової техніки передано спеціалізованому конструкторсько-технологічному бюро по електробурінню (СКТБЕ) Харківського електромеханічного заводу (нині – завод “Потенціал”), який в даний час є єдиним у світі виробником цілого комплексу електробурового обладнання.

У 1963 році розпочато промислове застосування електробуріння Долинською спеціалізованою конторою електробуріння тресту “Прикарпатбурнафта” (об’єднання “Укрзахіднафтогаз”). Із застосуванням електробурової техніки пробурено 12,3 тис. метрів гірських порід. Максимальних обсягів проходки в Долинському нафтопромисловому районі із застосуванням електробурів досягнуто в 1968-1969 рр., коли річний обсяг електробуріння становив 36,5 тис. м.

Всього на родовищах ПАТ “Укрнафта” із застосуванням електробурів пробурено 297 нафтогазових свердловин, з яких переважаюча більшість (272 свердловини) – похило-скеровані, серед яких 13 свердловин – горизонтально-розгалужені (РГ).

Важливою перевагою застосування електробурів порівняно з гідравлічними вибійними двигунами та роторним способом є наявність постійного провідного каналу зв’язку, який забезпечує можливість отримувати інформацію про роботу долота та контроль і управління траєкторією похило-скерованих і горизонтальних свердловин за допомогою телесистем та спеціалізованих механізмів.

До інших переваг можна віднести наступне:

- можливість буріння свердловин при будь-яких значеннях реологічних параметрів і густини промивальної рідини, застосування в якості циркуляційного агента газоповітряних та пінних систем, рідин на вуглеводневій основі;

- можливість автоматизації і комп’ютеризації всього процесу буріння;

- проведення геофізичних досліджень у свердловинах із zenітним кутом більше 60-65° з примусовою доставкою вимірних пристроїв та зондів до вибою на бурильних трубах і шляхом використання струмопідводу як каналу електрозв’язку;

- орієнтоване забурювання додаткових стволів без установлення цементних мостів чи уіпстоків.

До недоліків застосування електробурів слід віднести:

- необхідність одночасної подачі до вибою двох видів енергії (електричної та гідравлічної);

- складність конструкції електробура та пристроїв;

- наявність електричного кабелю у трубному просторі, що призводить до збільшення гідравлічних втрат при прокачуванні рідини.

Більшість похило-скерованих свердловин, пробурених із застосуванням електробурів на родовищах ПАТ “Укрнафта” мають глибину 2500-3000 м, найглибша серед них – 4562 м, а максимальне зміщення вибою становить 1140 м (свердловина 239-Долинська). Загальна проходка ПС і ГС, пробурених в ПАТ “Укрнафта” становить близько 712 тис. м.

На Долинському родовищі із застосуванням електробурів пробурено розгалужено-горизонтальні свердловини 350, 351, 353, 356, 357, 358, 360, 825, 801 (9 свердловин).

В табл. 1 наведено дані з конструкції та інклінометрії РГ свердловини 350-Долинська, а на рис. 2 – вертикальний профіль свердловини. Свердловина закінчена двома стовбурами з максимальним zenітним кутом 87° і відхиленням – 700 м.

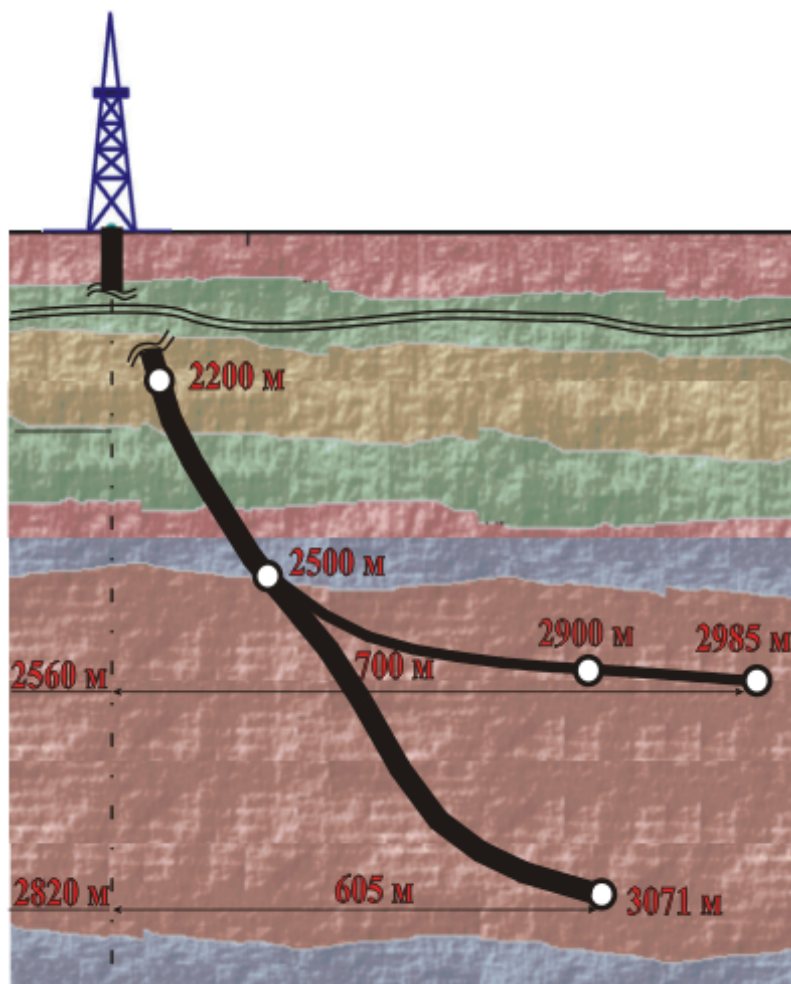


Рис. 2. Вертикальний профіль розгалужено-горизонтальної свердловини 350-Долинська

Таблиця 1. Конструкція та показники інклінометрії свердловини 350-Долинська

Назва колони	Діаметр колони, мм	Глибина спуску колони, м	Дані інклінометрії	
			Кут нахилу осі свердловини до вертикалі, град	Відхилення від вертикалі, м
Направлення	508	7	–	–
Кондуктор	324	152	–	–
Проміжна колона	219	2200	6	–
Проміжна колона	219	2500	48	–
Експлуатаційна колона (основний ствол)	146	3071	45	605
Експлуатаційна колона (II розгалуження)	146	2985	87	700

В табл. 2 наведено дані з конструкції та інклінометрії свердловини 801-Долинська, а на рис. 3 зображено вертикальний профіль РГ свердловини 801-Долинська, яка закінчена п'ятьма стовбурами.

Таблиця 2. Конструкція та показники інклінометрії свердловини 801-Долинська

Назва колони	Діаметр колони, мм	Глибина спуску колони, м	Дані інклінометрії	
			Кут нахилу осі свердловини до вертикалі, град	Азимут, град
Направлення	508	7	–	–
Кондуктор	324	150	1°15'	60
Проміжна колона	219	1600	8	110
Проміжна колона	219	1800	32°45'	60
Проміжна колона	219	1900	63	65
Проміжна колона	219	2060	56	65
Експлуатаційна колона (основний ствол)	146	2242	96	70
Експлуатаційна колона (II розгалуження)	146	2073-2312	25	90
Експлуатаційна колона (III розгалуження)	146	2103-2346	18	40
Експлуатаційна колона (IV розгалуження)	146	2130-2269	37	60
Експлуатаційна колона (V розгалуження)	146	2170-2220	74	60

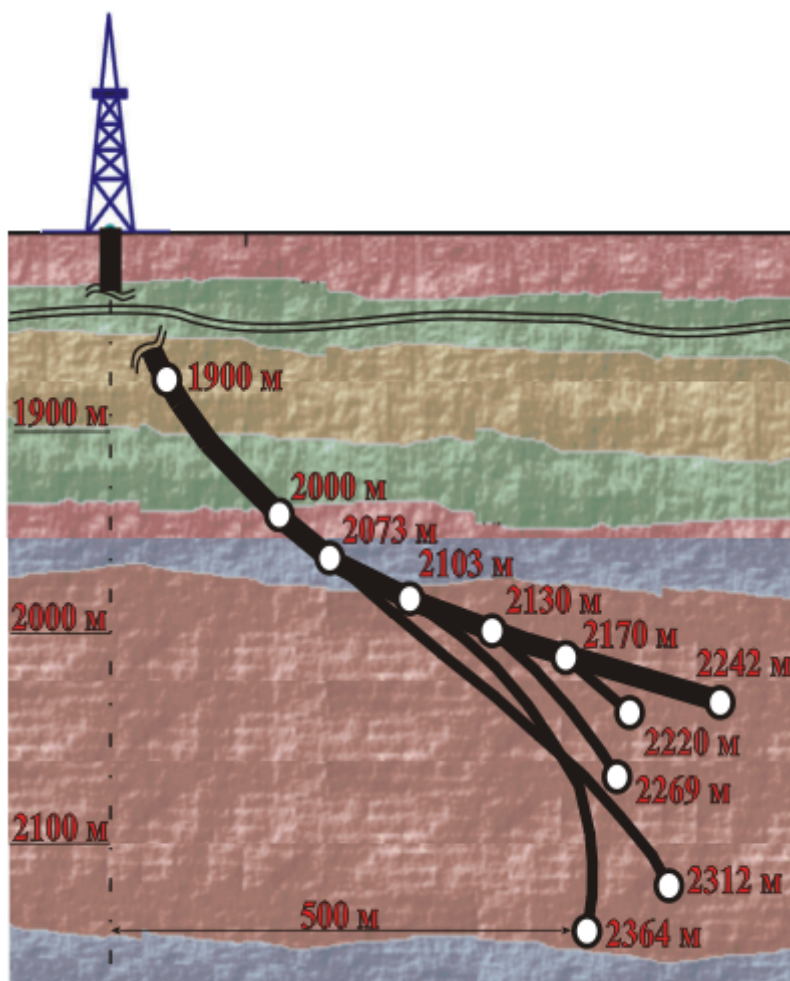


Рис. 3. Вертикальний профіль розгалужено-горизонтальної свердловини 801-Долинська

В табл. 3 приведені дані з буріння свердловин електробурами за період з 1963 по 2010 роки та частина в загальному обсязі умовно-вертикальних, похило-скерованих, розгалужено-горизонтальних свердловин і під кутом більше 45° , а на рис. 4 – їх класифікації за видами профілів.

Спеціалістами ПАТ “Укрнафта” із застосуванням електробурів пробурено похило-скеровану свердловину 1-Донбас із горизонтальною ділянкою стовбура довжиною 525 м.

Горизонтальну ділянку стовбура пробурено у підшві вугільного горизонту на полі шахти ім. Скочинського з метою дегазації продуктивного пласта. Незважаючи на відносно невелику глибину (1870 м), через складність геологічних і, особливо, техніко-технологічних умов у свердловину спущено сім обсадних колон.

Таблиця 3. Обсяги буріння та кількість пробурених свердловин ПАТ “УКРНАФТА”

Рік	К-сть св-н	Обсяг буріння, тис. м	Рік	К-сть св-н	Обсяг буріння, тис. м	Рік	К-сть св-н	Обсяг буріння, тис. м
1963	6	12,3	1979	5	9,1	1995	3	8,8
1964	9	21,1	1980	4	13,6	1996	2	5,2
1965	10	26,9	1981	7	15,3	1997	2	5,9
1966	13	27,3	1982	6	14,6	1998	2	5,3
1967	18	31,3	1983	6	13,2	1999	2	5,9
1968	16	36,5	1984	7	15,6	2000	3	9,7
1969	14	36,4	1985	5	13,3	2001	2	7,1
1970	18	32,4	1986	5	11,7	2002	3	9,2
1971	11	29,7	1987	5	17,0	2003	4	11,1
1972	13	25,7	1988	8	19,8	2004	4	11,0
1973	9	24,8	1989	6	16,8	2005	6	10,1
1974	2	12,1	1990	4	13,4	2006	5	10,2
1975	6	18,5	1991	4	11,0	2007	7	7,0
1976	6	16,3	1992	4	10,6	2008	2	6,0
1977	6	12,1	1993	3	9,0	2009	4	5,5
1978	3	10,6	1994	4	10,8	2010	3	4,9
Всього							297	712

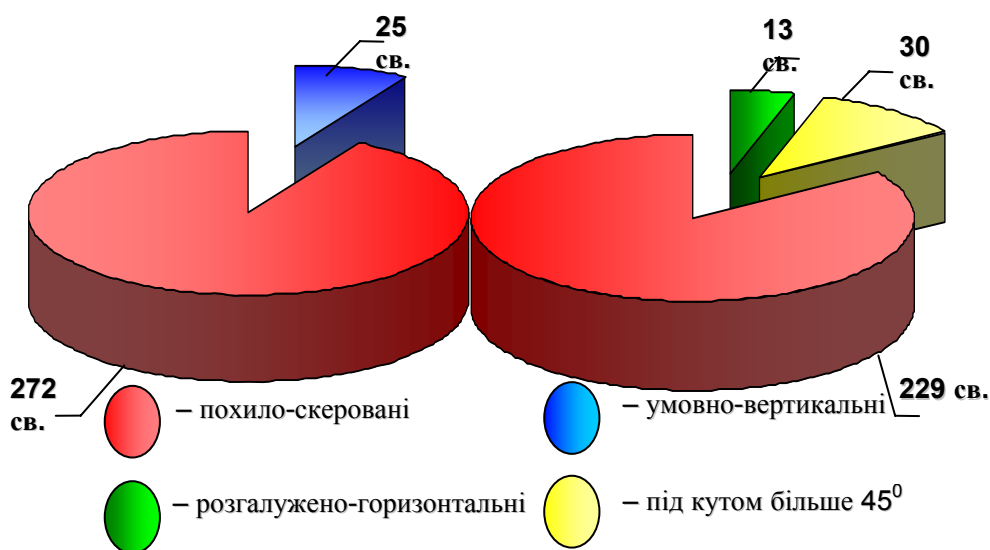


Рис. 4. Буріння свердловин електробурами на родовищах ПАТ “Укрнафта”

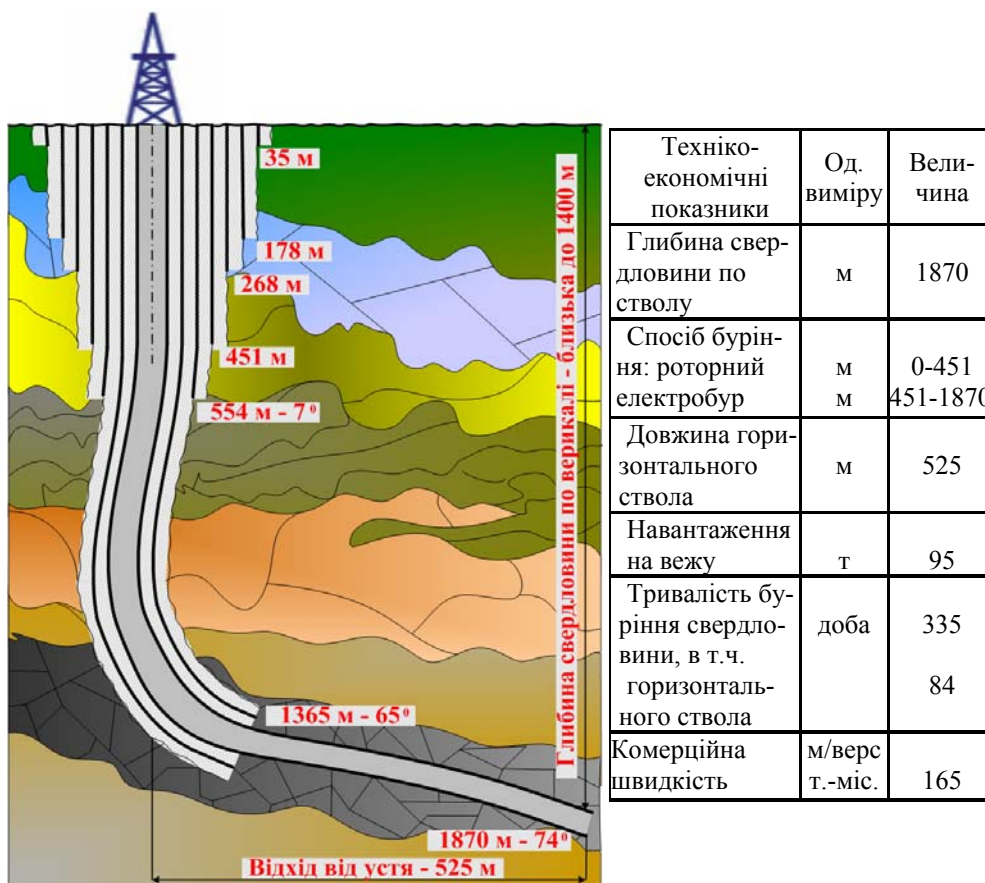


Рис. 5. Горизонтальна свердловина 1-Донбас

Схема вертикального розрізу профілю свердловини і техніко-економічні показники її спорудження показані на рис. 5, а відомості про конструкцію свердловини наведено в табл. 4.

Механічна швидкість буріння похило-скерованих свердловин електробурами на Північно-Долинському родовищі в інтервалі 1500-2500 м на 15% більша, ніж поперемінно роторним способом і з гідравлічними двигунами.

В даний час потенційні можливості електробуріння не реалізують повною мірою через низьку ефективність технічних характеристик асинхронних двигунів, розроблених ще у 60-х роках минулого століття. Потребують удосконалення і струмопідводи.

Важливим чинником підвищення ефективності електробуріння є забезпечення надійної роботи струмопідводу шляхом усунення електричних пробіїв у контактних з'єднаннях "муфта-стержень".

На заводі "Азовсталь" (м. Бердянськ) налагоджено виготовлення кабельних секцій КСТ1-Тп з гумовою ізоляцією. Врахувавши вади гумової ізоляції за ініціативою ЗАТ "ВО Бердянський кабельний завод" та

ТОВ “Інноваційне підприємство “Електробур” (м. Долина Івано-Франківської області) виготовлено “пластикову” кабельну секцію типу КСТ2-Тп, промислові випробування якої дали позитивні результати. Тривалість роботи 50 кабельних секцій досягла 5 тис. годин, що вдвічі перевищує стійкість гумових кабельних секцій.

Перспективним вважають створення принципово нової конструкції електробура з двигуном постійного струму в поєднанні з однопровідним трубчатим струмопідводом, змонтованим разом з тілом труби. Такий двигун забезпечує низький момент холостого ходу, дозволяє зменшити робочу напругу з 1,5 кВ до 0,7-0,8 кВ, працює в середовищі з температурою, вищою за 100 °С. Крім того, він дозволяє залишити вільним від кабельних секцій внутрішній канал бурильних труб.

Перспективним також є застосування технології буріння горизонтальної ділянки свердловини в умовах депресії зі зворотною циркуляцією шляхом встановлення одного або двох глибинних насосів з електроприводом, що зображено на рис. 6.

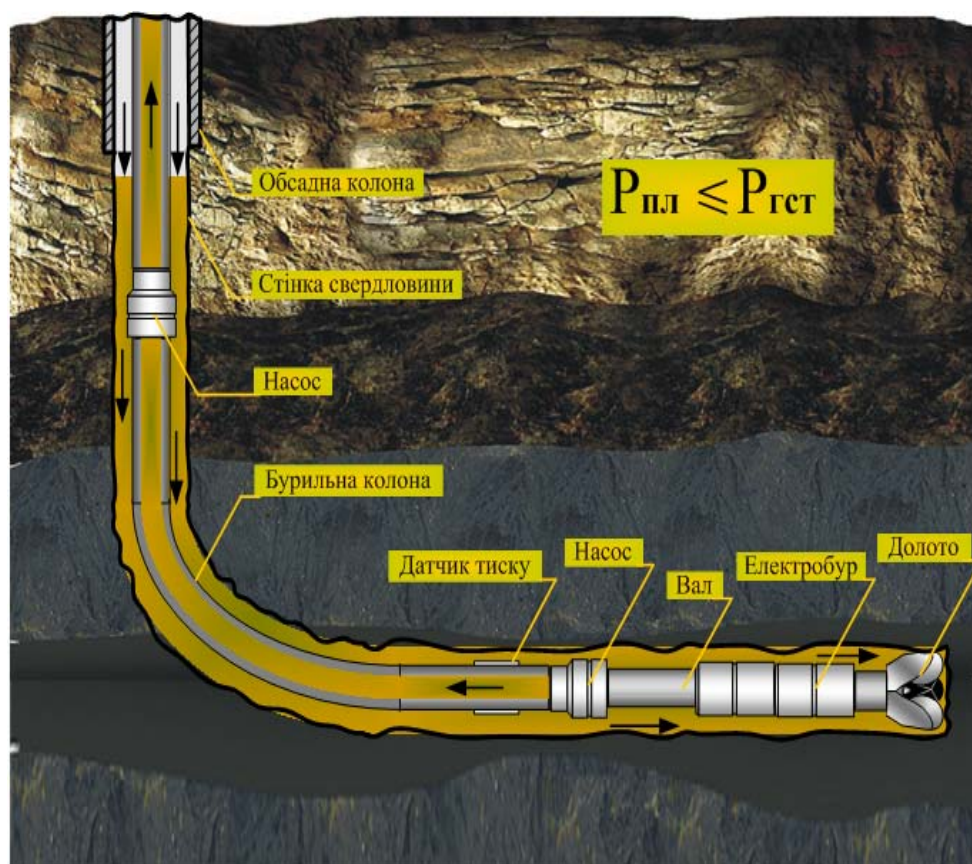


Рис. 6. Технологічна схема буріння горизонтальної ділянки свердловин електробуром в умовах депресії

Табл. 4. Споруджування дегазаційної свердловини з горизонтальною ділянкою 1-Донбас

Назва колони	Глибина спуску колони, м	Діаметр долота/розширювача, мм	Діаметр колони, мм	Кут нахилу осі свердловини до вертикалі, град
Кондуктор	35	490/780	720	–
I проміжна колона	178	490/690	630	–
II проміжна колона	268	490/590	530	–
III проміжна колона	451	490	426	–
IV проміжна колона	554	394	324	7
V проміжна колона	1365	295,3	245	65
Експлуатаційна колона	1870	215,9	196	74

Література

1. Копылов В. Е.. Бурение?...Интересно! / В. Е. Копылов. – М.: Недра, 1981. – С. 160.
2. Фоменко Ф.Н. Бурение скважин электробуром / Ф.Н. Фоменко. – М.: Недра, 1974. – С. 270.
3. Кожевников А.А. 100 лет искусственному искривлению скважин – путь инновационного развития / А.А. Кожевников // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника, технология его изготовления и применения. Сборник научных трудов. – К., 2013. – Вып. 16. – С. 15-18.
4. Діхтяренко К.В. Перспективи відродження електробуріння / К.В. Діхтяренко, В.П. Червінський // Матеріали 9-ї Міжнародної науково-практичної конференції “Нафта і газ України-2013”, м. Яремче. – 2013.

Стаття надійшла до редакційної колегії 26.11.2012 р.

Рекомендовано до друку д.т.н., професором Мойсишиним В.М., д.т.н., професором Світлицьким В.М. (м. Київ)

APPLICATION OF ELECTRYC DRILLINGS AT BUILDING SLOPING-DIRECTED MINING HOLES

**Y. S. Kotskulych¹, Y. M. Stavychny², S. A. P'yatkivscy²,
Y. Y. Kotskulych²**

¹*Ivano-Frankivs'k National Technical University of Oil and Gas;
76019, Ivano-Frankivs'k, Carpats'ka str., 15;
ph. +380 (342) 72-71-76; e-mail: drill@nung.edu.ua*

²*Science Experimental and Project Institute STALEMATE “UKRNAFTA”;
76019, Ivano-Frankivs'k, North boulevard named by Pushkin, 2;
ph. +380 (342) 77-61-45*

The indexes of the boring drilling of the sloping-directed mining holes are resulted with application of electric drillings. The perspective ways of perfection of constructions of electric drillings and technologies of their application are outlined.

Key words: *sloping-directed mining hole, electric drilling, intensity of curvature.*