

3. Андрусак А. М., Коцкулич Є. Я. Удосконалення рецептур інгібованих бурових промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів // Матер. міжнар. наук.-техн. конф. «Нафтова енергетика», - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – С. 519–521.
4. Режим доступу: http://www.naftogaz.com/files/journal/5_2014_preview.pdf

Надійшла 08.07.15

УДК 622.24

А. І. Вдовиченко, акад. АТН України, М. К. Гавриш, М. І. Мазко

Спілка буровиків України, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БУРОВИХ УСТАНОВОК ПРИ БУРІННІ ГІДРОТЕРМАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН У ЗАКАРПАТТІ

Розглянуто досвід використання мобільних бурових установок AGBO G750 та T4W Atlas Sorso при спорудженні гідротермальних свердловин в умовах Закарпаття. Визначені ефективність застосованих бурових технологій та перспективи їх подальшого розвитку.

Ключові слова: мобільні бурові установки, гідротермальні свердловини, бурові промивальні рідини, уніфлук.

На даний час проблема використання геотермальних ресурсів Землі є дуже актуальною. Подальша стратегія розвитку геотермальної енергетики в Україні полягає в першочерговому розвитку найбільш підготовлених до практичної реалізації технологій та частковому переорієнтуванні науково-технічної бази існуючих геологорозвідувальних та нафтодобувних організацій на освоєння родовищ гідротермальних вод.

Виходячи з наявних оцінювань запасів геотермальної енергії пріоритетним районом в Україні є Закарпаття [1], де виявлено ряд родовищ термальних вод, освоєння яких потребує значних обсягів бурових робіт. Підвищення ефективності буріння глибоких експлуатаційних свердловин на термальні води є одним із важливим резервом використання геотермальної енергії. Досвід, накопичений при розвідці та освоєнні родовищ у Закарпатті, потребує поглибленого аналізу для визначення оптимальних напрямів удосконалення організації технології буріння і освоєння гідротермальних свердловин.

Мета роботи – оцінити результати використання сучасних бурових установок і технологій, визначити їх ефективність та напрями подальшого удосконалення при бурінні гідротермальних свердловин в умовах Закарпаття.

Аналіз опублікованих робіт. Не зважаючи на значні обсяги буріння гідротермальних свердловин, виконаних Закарпатською геологорозвідувальною експедицією та ДП «Укргеокаптажмінвод», інформація в опублікованих роботах з питань організації і технології проведення цих робіт в умовах Закарпаття вкрай обмежена. Деякі відомості про буріння свердловин при пошуках та розвідці родовищ термальних вод Закарпатською геологорозвідувальною експедицією наведено в [2]. Всього цією організацією пробурено понад 30 таких свердловин глибиною 600–1600 м стаціонарними буровими агрегатами ЗІФ 1200 МР із буровою вежею ВРМ 24/30. Буріння здійснювали колонковим способом з повним відбиранням керну і розбурюванням шарошковими долотами під обсадні колони діаметром 168–324 мм. Відомостей про буріння гідротермальних свердловин в умовах Закарпаття сучасними самохідними буровими установками в опублікованих роботах не знайдено.

Основний матеріал. В роботі наведений сучасний досвід буріння експлуатаційних гідротермальних свердловин на Берегівському (№ 1-Ч) та Ужгородському (№ 1-3Г) родовищах термальних вод. Порівняльні характеристики по свердловинам 1-Ч і 1-3Г наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Основні показники по свердловинам

№ пор.	Показник	Свердловина	
		№ 1-Ч	№ 1 – 3Г
1	Місце розташування	Ур. Чигосуг, північна околиця м. Берегово	с. Барвінок, Ужгородського р-ну
2	Замовник	ТОВ «Глобал Проект Інвест Ломперстаз»	ТОВ «Золота Гірка»
3	Виконавці	Компанія «Акваплус»	ДП «Українська геологічна Компанія»
4	Призначення	Бальнеологія, теплоенергетика	Бальнеологія, теплоенергетика
5	Глибина, м	1112	814
6	Терміни буріння	18.10.2012 – 03.04.2013	01.08.2013 – 15.01.2015
7	Загальний час спорудження свердловини	168 календ. днів 336 верст. – змін 4032 верст. – год	168 календ. днів 168 верст. – змін 2016 верст. – год
8	Комерційна швидкість	6,62 м за добу 3,31 м за зміну 0,28 м за годину	4,85 за добу 4,85 за зміну 0,40 м за год
9	Бурова установка, виробництво	AGBO G750 Germany	T4W Atlas Copco
10	Режим роботи:	Цілодобово	12 год на добу
11	Зміна вахт	Через два тижні	Щотижня

Геологічні умови бурових робіт.

Берегівське родовище (свердловина № 1-Ч):

0–50,0 – перешарування суглинків, глини, піску та гравію четвертичного віку (Q);

50,0–1112,0 – перешарування глин, пісковиків, туфитів, туфів, покривів андезитів та їх туфів, липаритових туфів, інгібритів, у верхній частині куполів і покривів липаритів, перлітів, липаритових лавобрекчій доробратовської світи нижнього міоцену N₁dr.

Ужгородське родовище (свердловина № 1-ГЗ):

0–15,0 – перешарування суглинків, глини, піску та гравію четвертичного віку (Q);

15,0–270,0 м – глини з прошарками пісковиків, туфів, туфитів середнього складу, пластів бурого вугілля і потоків андезитових лав Ільницької світи верхнього пліоцену (N₂ il);

270,0–330,0 – інтрузивне тіло дацитів (...N₂);

330,0–814,0 – перешарування аргілітів, алевролітів, туфів середнього складу, пісковиків доробратовської світи нижнього міоцену N₁dr.

Водоносні горизонти приурочені до пористих пісковиків, гравелітів, туфів, тріщинуватих андезитів та інших кристалічних порід. Алевроліти, аргіліти та глини є водоупорами.

Мінералізація підземних вод на родовищах збільшується з глибиною від 5 до 30 Г/дм³. Температурний градієнт складає 5–6 °С на 100 м.

Фактична конструкція свердловин приведені в табл.2.

Таблиця 2. Конструкція свердловин

№ пор.	Показник	Свердловина	
		1-Ч	1-3Г
1	Кондуктор: глибина, м діаметр буріння, мм інтервал обсадки, м діаметр труб, мм інтервал цементації, м	55,0 394 0–55 324 Без цементації	17,0 394 0–17 324 0–17,0
2	Технічна колона 1: глибина, м діаметр буріння, мм інтервал обсадки, м діаметр труб, мм інтервал цементації, м	401,0 295 0–400,0 219 0–401,0	200,0 295 0–200,0 219 –

Закінчення таблиці 1

3	Технічна колона 2: глибина, м діаметр буріння, мм інтервал обсадки, м діаметр труб, мм інтервал цементациї, м	705,0 190,5 353–705 168 на муфтах 353–705	– – – – –
4	Фільтрова експлуатаційна колона: глибина, м діаметр буріння, мм інтервал обсадки, м діаметр труб, мм тип фільтра	1112,0 151 690–1112 108 Перфорація	814,0 190 184,0–813,0 127 Перфорація

В експлуатаційній колоні 127 мм встановлені фільтри щільної перфорації в інтервалах, м: 500–508; 514–530; 578–594; 662–670; 703–712; 738–746.

Результати аналізу балансу робочого часу (табл. 3) показав, що аварії і простої складають 10–45% і тому причини їх виникнення і заходи ліквідації та попередження потребують більш ретельного розгляду.

Аварія на свердловині № 1-Ч. В результаті несправності бурового насоса свердловина була сильно зашламована. При підйомі інструменту з глибини 480–500 м сталася затяжка інструменту. Спроби розходити снаряда вниз із проворотом не дали результату. Використання потужного домкрату та гідровібратору ще більше ускладнило аварію. Витрати часу на простої з очікування спеціального обладнання та інструменту склали в цілому 312 годин, а безпосередньо на виконання цих робіт – 72 години. Після невдалих спроб бурову колону розвернули вліво і витягнули частину труб. У свердловині залишилось чотири обтяжені бурильні труби 146 мм та 4 бурильні труби 89 мм, які були обтурені спеціальною колоною та підняті по частинам на поверхню.

Аварія на свердловині № 1-3Г. При глибині 700 м розпочали підйом для заміни долота. Зупинили підйом на глибині 650 м по причині необхідності розгрузки фільтрувальної колони автокраном, який був встановлений в зоні виносу штанг і внаслідок поломки перешкодив підйому протягом 20 год. Незважаючи на постійно включену промивку інструмент був прихвачений. Протягом 8 год здійснювались безрезультатні спроби повернути і витягнути інструмент.

Таблиця 3. Баланс робочого часу

№ пор.	Показник	Свердловина			
		1-Ч		1-3Г	
		год	%	год	%
1	Буріння із СПО	1875	46,5	1578	78,2
2	Монтаж, демонтаж, перевезення	72	1,8	84	4,1
3	Обсадка із цементуванням	27	0,7	24	1,2
4	ОЗЦ	144	3,6	36	1,8
5	Установка фільтрової колони	6	0,1	18	0,9
6	Відкачвання	36	0,9	48	2,4
7	Каротаж	48	1,2	24	1,2
8	Аварії	1272	31,6	84	4,2
9	Простої	552	13,6	120	6,0
Разом:		4032	100,0	2016	100,0

На розроблення плану ліквідації прихвату та доставку спеціальних компонентів було витрачено 5 днів, протягом яких цілодобово здійснювалась промивка свердловини.

У свердловину було закачено 1000 л соляної кислоти концентрацією 12% з додавкою 50 л оцтової синтетичної кислоти концентрацією 99,9% із розрахунку наповнити затрубний простір на висоту до 50 м.

Розроблення розпочали через 2 години, яка була безрезультатною протягом 6 годин. Після вистоювання протягом 10 годин інструмент був зрушений раптово з першого максимального натягу і обертання та піднятий без перешкод на поверхню.

Головна причина цієї аварії – недостатній контроль за якістю бурового розчину із використанням вуглелужного реагенту (ВЛР), який в умовах високої мінералізації вод збільшує липкість глинистої корки і викликає прилипання бурильних труб до стінок свердловини [3].

Промивні бурові розчини. Використовувались мало глиняні розчини із бентонітового порошку, оброблені карбоксиметицелюлозою (КМЦ).

На свердловині № 1-3Г після встановлення технічної колони 219 мм з глибини 200 м додатково додавався вуглелужний реагент (ВЛР) порошкоподібний натрієвий із підвищеним вмістом гумінових речовин (по ТУ 26.8-23690792-0026:2006) виробництва ТОВ «ХІМВІСКПРОМ» (м. Олександрія Кіровоградської обл., Україна). Для стабілізації розчину, підсилення флокулюючих властивостей і видалення шламу застосовувався водорозчинний співполімер акрилової кислоти – уніфлок, виробництва ВАТ «НАВОИАЗОТ» (Узбекистан). Реагенти вводились при заміні розчину після очищення відстійників від шламу.

Приготування розчину механічною лопатною глиномішалкою ГКЛ-2МА (на свердловину 1-3Г) виявилось більш ефективним ніж гідро змішувачем (на свердловину № 1 –Ч).

Породоруйнівний інструмент. Для буріння використовували три шарошкові долота вітчизняного виробництва типу МС, ТЗ і ТК з гідромоніторною і центральною промивкою. Результати відпрацювання бурових доліт (табл. 4) показали, що по свердловині № 1-Ч середня проходка на долото в 1.3 раз більша ніж на свердловині 1-ГЗ.

Таблиця 4. Результати відпрацювання бурових доліт

Тип долота	Кількість доліт	Обсяг буріння, м	Проходка на долото, м	Знос долота, %
По свердловині № 1-3Г				
III 395	1	17	–	10
III 295	2	183	92	100
III 190	11	614	56	100
По свердловині 1-3Г	14	814	58	–
По свердловині № 1-Ч				
III 395	1	55	–	50
III 295	3	346	115	100
III 190	5	304	61	100
III 151	6	407	68	100
По свердловині 1-Ч	15	1112	74	–

Бурове обладнання. Мобільна універсальна бурова установка AGBO G750 Germany з рухомим відкидним гідравлічним обертачем, яка пристосована для буріння свердловин комбінованими способами з прямим і зворотним промиванням, а також пневмоударниками на глибину до 800 м. Силовий привід від транспортного двигуна [4].

Бурова установка T4W Atlas Copco з гідравлічним рухомим обертачем, яка пристосована для буріння заглибленими пневмоударниками гідрогеологічних свердловин на глибину до 900 м з комплектацією гвинтовим компресором Ingersoll-Rand HR2 подвійної дії продуктивністю 35,4 м³/хв та тиском 8,3–24,1 бар [5]. Особливістю бурової установки є те, що вона має карусель для семи штанг діаметром 114 мм довжиною 9,14 м.

Бурова установка T4W була придбана підприємством ДП «Українська геологічна компанія» у 2006 році, і більшу частину часу простоювала із-за відсутності відповідних обсягів робіт [6]. За весь період нею була пробурена одна гідрогеологічна свердловина глибиною 150 м та 35 контрольних свердловин діаметром 500 мм і глибиною до 20 м на розвідці титанових розсіпних родовищ.

Порівняння основних технічних характеристик бурових установок приведені в табл. 5.

Таблиця 5. Технічна характеристика бурових установок

Показники	AGBO G750	T4W
Виробник бур. установки	Germany	Atlas Copco
Щогла:		
- висота, м	14.0	13.5
- вантажопідйомність, кН	500	635

Закінчення табл. 5

Показники	AGBO G750	T4W
Виробник бур. установки	Germany	Atlas Copco
Обертач:	AGBO S150 R 1/4/8 відкидний з кареткою гідромотор з КПП	4S -2-10 2 гідромотора
тип	30 000	10 850
привід	0– 40	–
крутящий момент, Нм	0–80	–
частота обертання, об/хв	0–320	0–110
Система подачі обертача:	дволанцюгова	одноланцюгова
привід	гідромотор з редуктором	2 гідроциліндри
подача вверх, кН	200, 420 кН	320 кН
подача вниз, кН	150 кН	130 кН
швидкість подачі, м/сек		
- вверх	0,50, 0,25	0,56
- вниз	0,50, 0,25	0,36
Бурові насоси:		
<i>Центробіжний</i>		
Виробник	4x3x13 Mission Magnum	
Максимальна подача, л/хв	2500	
Максимальний тиск, бар	11	
<i>Плунжерні</i>		
Виробник	GD 5x6 (2 паралельних) Gander Denver	5x6 Gander Denver
Максимальна подача, л/хв	2x750 = 1500	568
Максимальний тиск, бар	21	21
Лебідки:		
<i>1. Головна</i>		
Вантажопідйомність, кН	100	36,3
Швидкість підйому, м/сек	0–1,0	0,41
Діаметр тросу, мм	20	12,7
Канатемістність, м	100	49
<i>Допоміжна</i>		
Вантажопідйомність, кН	50	11,3
Швидкість підйому, м/сек	0–0,5	0,36
Діаметр тросу, мм	14	7,9
Канатемістність, м	100	38
Канатемістність при діаметрі тросу 8 мм, м	800	–
Палубний двигун:	–	Caterpillar C27
Потужність, к.с.	–	700
Транспортна база:		
Потужність двигуна, к.с.	408	380
Колесна формула	8x6x4	8x4x4
Колесна база, м	4500 x1300	5156x2438
Компресор:	Atlas Copco ORX 12	Ingersoll-Rand HR2
Максимальна подача, м ³ /хв	36	35,4
Максимальний тиск, бар	30	8,3–24,1

Бурова установка AGBO G750 порівняно із T4W має такі переваги:

- комплектується потужною лебідкою для проведення СПО бурового інструменту і обсадних труб, високопродуктивними буровими насосами та високооборотним і високомоментним відкидним обертачем;
- транспортний двигун використовується для приводу всієї бурової установки;
- наявність допоміжної канатоємкої лебідки дозволяє використовувати снаряди із знімальними керноприймачами до глибини 800 м;
- може комплектуватись змінним крон-блоком і талевою системою для підвищення зусилля головної лебідки до 400 кН, що дозволяє збільшити глибину буріння термальних свердловин в умовах Закарпаття до 1500 м.

Переваги бурової установки AGBO G750 не були використані в повному обсязі внаслідок низького організаційного і технологічного рівня робіт в угорській бригаді.

Українська бригада перевершила показники угорської по середній комерційній швидкості буріння у 1.46 рази (відповідно 4.85 і 3.31 м/ зміну).

Проте, по технічній швидкості (без урахування допоміжних робіт , аварій і простоїв) угорська бригада досягла кращих показників 1.16 рази (відповідно 7.2 і 6.2 м/зміну).

Висновки

1. Для буріння термальних свердловин в умовах Закарпаття глибиною до 1200 м використання імпортованих мобільних бурових установок AGBO G750 та T4W є доцільним.

2. Серед основних недоліків застосування цих установок є складність у своєчасному забезпеченні запасних частин, що викликає значні простої бурової бригади.

3. Бурова установка AGBO G750 порівняно із T4W у більшій мірі пристосована для буріння термальних свердловин в умовах Закарпаття.

4. Рекомендовано в якості промивальної рідини використовувати мало глиняні і полімерні інгібуючі бурові розчини оброблені КМЦ, гіпаном та уніфлоком [7]. У зв'язку із високою мінералізацією вод не рекомендується використання ВЛР і ТЛР.

5. Для підвищення змащуваності бурового розчину пропонується використання емульсолу Е2 ЄД-1 виробництва НВО «Нікос» [8].

6. Перспективним напрямком підвищення швидкості буріння є використання гідродударників Г-151/350 [9].

7. У зв'язку із значним перешаруванням порід різної міцності від III до IX і навіть X категорії по буримості, пропонується використання долот РДС в комплексі із спеціальними буровими рідинами та технологіям розроблених за спеціальними програмами із залученням сучасного вітчизняного сервісного обслуговування [10].

Рассмотрен опыт использования мобильных буровых установок AGBO G750 и T4W Atlas Copco при строительстве гидротермальных скважин в условиях Закарпатья. Определены эффективность примененных буровых технологий и перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: *мобильные буровые установки, гидротермальные скважины, буровые промывочные жидкости, унифлок.*

Experience of the use of mobile boring options of AGBOG750 Germany and T4W Atlas Copco is considered at hydrothermal mining holes in the conditions of Zakarpattia. Certain efficiency of the applied boring technologies and prospect them further development.

Key words: *mobile boring options, hydrothermal miningholes, boring washings liquids, uniflok.*

Література

1. Зоріна В.О. Актуальність використання гідротермальної енергії. [Електронний ресурс] www.8ref.com/16/реферат_169159.html.
2. Гавриш М.К. Закарпатській геологорозвідувальній експедиції – 60 років // БУРІННЯ. – 2010. – № 5. – С. 67–70.
3. Гошовський С.В., Дудля Н.А., Мартиненко І.І. Промывочные жидкости в бурении. – К.:УкрГГРИ. – 2008. – С. 453.
4. Буровая установка AGBO G750. [Электронный ресурс] drillpoint.ru/sitemap.php.
5. Буровая установка T4W. [Электронный ресурс] www.bur.oilru.ru/catalog/group/product/?427.
6. Мартиненко А.І., Вдовиченко А.І. Впровадження новітніх технологій та підвищення інформативності геологорозвідувального буріння. За матеріалами засідання науково - технічної ради Співки буровиків України від 20.02.2009р // БУРІННЯ. – 2009. – № 2. – С. 9–14.
7. Патент № 53508 А Україна, МПК: 7 C09K7/00, C 09 K 7/02. Інгібуюча полімерна промивальна рідина / Ю. Г. Доценко, І. Е. Данильченко, Л. І. Ковалевська, Б. М. Васюк. – Опублік. 17.01.2005, Бюл. № 1.
8. Вдовиченко А. І., Єрмаков М. П., Мартиненко І. І., Вітрик В. Г. Перспективи використання нових емульсолів в бурінні свердловин // БУРІННЯ. – 2011. – № 7. – С. 32 – 36.
9. Войтенко В.С., Вітрик В.Г., Яремійчук Р.С., Яремійчук Я.С. Технологія і техніка буріння: Узагальнююча довідкова книга. Львів: Центр Європи, 2012. – 708.
10. Кунцяк Я.В. Усі види бурового сервісу в рамках однієї компанії // БУРІННЯ. – 2013. – №10. – С. 51–54.

Надійшла 30.06.15