

7. Гитцигат Э.Э. Некоторые вопросы технологии алмазного бурения. – Л.: ОНТИ ВИТР, 1965.
8. Кувькин С.И., Кагарманов Н.Ф. Алмазное бурение нефтяных скважин. –Уфа: Башкир. кн. изд-во, 1962.
9. Волков С.А., Волков А.С. Справочник разведочного бурения – М.: Недра, 1963.
10. Породоразрушающий инструмент для геологоразведочных скважин: Справочник – М.: Недра, 1979.
11. Кувькин С.И., Кагарманов Н.Ф. Механизм разрушения горных пород и проектирование режимов алмазного бурения // Нефтяное хоз-во. – 1965. – № 1 – С. 12–18.
12. Шрейнер Л.А. Физические основы механики горных пород. –М.:Госкомтехиздат, 1950. –212 с.
13. Исследование процесса бурения горных пород алмазными коронками/. М.И. Исаев, Г.А.Блинов, О.С. Головин и др.// Методика и техника разведки: Сб. науч. тр. – 1965. – Вып. 54. – С. 74 – 81.
14. Хамзин Ш.Х., Кагарманов Н.Ф. О механизме взаимодействия единичного алмаза в процессе ее разрушения // Разрушение горных пород при бурении скважин: Сб. науч. тр. – Уфа: БашНИПИнефть, 1973. – С. 217 – 223.
15. Синтетические алмазы в геолого-разведочном бурении / Под ред.В.Н Бакуля. – К.: Наук. думка, 1978. – 232 с.
16. Исонкин А.М., Богданов Р.К., Гвяздовская В.Л. Исследование удельной поверхности шлама в зависимости от конструктивных особенностей алмазных коронок и параметров режима бурения // Синтет. сверхтвердые матер. в буровом инструменте. – К.,1988. – С. 54 – 59.
17. Исонкин А.М., Богданов Р.К., Загора А.П. Гранулометрический состав шлама как показатель эффективности разрушения горной породы // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент–техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч.тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2003. – Вып. 6. – С. 90 – 95.
18. А. с. № 356910 СССР. Способ изготовления изделий / В.Н. Бакуль, И.И. Билык, Д.Х.. Бронштейн и др. – Опубл. 23.02.68.
19. Александров В.А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. – К: Наук. думка, 1979. – 240 с.

Поступила 03.06.11

УДК 622.24

Я. С. Коцкулич¹, д-р техн. наук; **Є. Р. Мрозек²**, канд.техн.наук; **Я. С. Яремійчук³**

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна;

²ПАТ "Укрнафта", м.Київ, Україна;

³ДК "Укргазвидобування", м.Київ, Україна

АНАЛІЗ ВІДПРАЦЮВАННЯ ПОРОДОРУЙНІВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩАХ УКРАЇНИ

Проведено аналіз результатів відпрацювання породоруйнівного інструменту вітчизняного та імпортного виробництва при бурінні свердловин на нафтогазових родовищах України. Подані порівняння показників роботи бурових трьохшарошкових та твердосплавних доліт фірми «Kingdrelm», «Reed Hycalog», «Smith tool», «Hughes», «Ulterra», ВАТ «Волгабурмаш».

Ключові слова: Долото, свердловина, механічна швидкість, проходка.

Одним з головних напрямків підвищення ефективності буріння нафтових і газових свердловин є використання нових конструкцій бурових доліт, підібраних для конкретних гірничо-геологічних умов, і оптимізація технології їх відпрацювання.

Бурові долота вітчизняного виробництва, що використовуються для буріння свердловин підприємствами ПАТ «Укрнафта», значно поступають за техніко-економічними показниками буровим долотам зарубіжних компаній. Недосконалість конструкцій та неякісне виготовлення призводить до

значної їх витрати, збільшення тривалості буріння і кількості спуско-підймальних операцій і, як наслідок, до підвищення собівартості бурових робіт [1].

Ефективність спорудження глибоких свердловин залежить від багатьох складових, однією з яких є раціональний вибір і використання породоруйнівного інструменту. Від методів оцінки ефективності під час формування та використання парку породоруйнівного інструменту суттєво залежать вартість і тривалість циклу спорудження свердловин. Провідні світові нафтогазовидобувні компанії використовують методи оцінювання ефективності буріння свердловин за таким критерієм як мінімальна вартість 1 м буріння. В Україні за такий критерій прийнято максимальну рейсову швидкість буріння. За останні 15-20 років на світовому ринку породоруйнівного інструменту з'явилося понад 3000 моделей різних типорозмірів для 5 типів гірських порід за міжнародною класифікацією [2].

При бурінні глибоких свердловин на родовищах та геолого-розвідувальних площах ДК «Укргазвидобування» за 2007-2009 роки відпрацьовано 7245 одиниць бурового інструменту при сумарному обсязі проходки 797214 метрів. Якщо обсяг буріння за вказані роки практично незмінний і дорівнює біля 265700 метрів за рік, то кількість відпрацьованих доліт щорічно зменшується майже на 500 одиниць: 2943 одиниці у 2007 році; 2401 – у 2008р.; 1901 – у 2009р.

У 2009 році відпрацьовано 1652 тришарошкові долота, в тому числі з герметизованими опорами – 1317 доліт (80%) від загальної кількості шарошкових доліт).

Відпрацьовано 177 доліт фірм США і Китаю, які за виробниками склали:

- 62 долота фірми «Kingdrelm» (Китай);
- 47 доліт фірми «Reed Hycalog» (США);
- 31 долото «Smith tool» (США);
- 19 доліт фірми «Hughes» (США);
- 18 доліт фірми «ULTERRA» (США).;

За 2009 рік зменшилась кількість доліт фірм США і Китаю на 292 шт. та збільшилась кількість шарошкових доліт ВАТ «Волгабурмаш» на 210 шт. При цьому в 2 рази (до 31 шт) збільшилась кількість безопорних доліт типу PDC ВАТ «Волгабурмаш». В табл. 1 показані середні показники роботи доліт по БУ «Укрбургаз» в 2008 і 2009 роках.

Таблиця 1. Показники роботи доліт по БУ «Укрбургаз» в 2008 і 2009 роках

Проходка, всього	Рік	Проходка, м.	Кількість доліт, шт.	Час буріння, год.	Проходка на долото, м	Механічна швидкість, м/год
	2008	265760	2401	219318	110,7	1,21
	2009	265819	1901	198486	139,83	1,34
В т.ч. по типах доліт:						
Шарошкові	2008	243405	1895	187734	128,5	1,30
	2009	236018	1652	168890	142,9	1,40
Алмазні	2008	13871	78	21749,6	177,8	0,64
	2009	21273	50	20640	425,46	1,03
Лопатеві	2008	4491	23	812,2	195,3	5,53
	2009	5312	3	627,5	1770,95	8,47
Бурильні го- ловки	2008	3993	405	9022,1	9,86	0,44
	2009	3216,2	196	8328,3	16,41	0,39
В т.ч. імпортних доліт і доліт ВАТ «Волгабурмаш» 4-го покоління						
Імпортні	2008	88748	469	70858,2	189,2	1,25
	2009	24264	177	28391,8	137,1	0,85
ВАТ "ВБМ"	2008	91443	928	83238,96	98,5	1,1
	2009	156567	1138	117058	137,6	1,33

Незважаючи на зменшення кількості доліт фірм США і Китаю середня проходка на долото за 2009 рік склала 139,98м проти 110м в 2008 році. Зростання проходки склало 27,25% при зменшенні середньої глибини всього на 9,6%. Значно зросла проходка на російські долота 295,3 МС-ЦГАУ R415, 295,3 С-ЦГАУ R588, 215,9 МС-ЦГАУ R442, 215,9 МЗ-ГАУ R457.

Зростання показників роботи доліт забезпечено за рахунок раціонального підбору типів доліт відповідно фізико-механічним властивостям гірських порід, оптимізації режимних параметрів та збільшення кількості доліт виробництва ВАТ «Волгабурмаш».

Використання бурильних головок з алмазними пластинами типу PDC виробництва ВАТ «Волгабурмаш» дозволило значно збільшити проходку (у 5÷18 раз) за 1 рейс, підвищити відсоток виносу керну та скоротити кількість спуско-підймальних операцій (СПО).

Результати відпрацювання тришарошкових доліт фірм США, Китаю і ВАТ «Волгабурмаш» приведені в табл. 2.

Таблиця 2. Результати відпрацювання тришарошкових доліт на площах ДК «Укргазвидобування» в 2009 р.

Виробник	Діаметр доліт, мм	К-сть доліт, шт.	Діапазон інтервалів буріння, м	Середня проходка, м	Сумарний час механічного буріння, год.	Середня проходка на долото, м	Механічна швидкість, м/год.
США	295,3	21	375-3139	5251	7083	250,0	0,74
Китай	295,3	28	1217-3152	2212	2975	79,0	0,74
«Волгабурмаш»	295,3	482	250-4921	81155	49669	168,4	1,63
США	215,9	77	2150-5275	8036	11819	104,4	0,68
Китай	215,9	34	2692-3988	4231	5052	124,4	0,84
«Волгабурмаш»	215,9	461	980-4921	51925	97812	112,6	0,53

В 2009 році відпрацьовано 177 доліт фірм США і Китаю, якими пробурено 24264 м за 28391,8 годин. Проходка на долото склала 137,1 м при механічній швидкості буріння 0,87 м/год, що нижче відповідних показників роботи доліт в 2008 р. Цей факт пояснюється тим, що в 2008р. використано більшу кількість доліт великого діаметра (295,3 і 393,7 мм), у яких вища проходка на долото. Крім того, зниження показників роботи доліт в 2009р, пояснюється збільшенням кількості доліт китайського виробництва від загальної кількості доліт зарубіжних фірм.

Показники роботи доліт ВАТ «Волгабурмаш» в 2009р. склали відповідно 137,6 м і 1,30 м/год і вони вище відповідних показників 2008р., що вказує на те, що конструкція доліт нового покоління більш довговічна та відпрацювання їх проводилося при рекомендованих режимах буріння та у відповідних інтервалах з урахуванням відповідності типу долота фізико-механічним властивостям порід.

В табл. 3 приведені результати відпрацювання доліт типу PDC ВАТ «Волгабурмаш», а в табл. 4 – доліт і бурголовок ІНМ ім.В.М.Бакуля.

при бурінні в 2009 році застосовано 14 доліт типу PDC інституту надтвердих матеріалів ім. М.В.Бакуля (ІНМАП), якими пробурено 3026 м за 5052 год (табл. 4). Проходка на долото склала 229,3 м, час роботи на вибої 353,7 год – відпрацьовано 43 бурголовки ІНМАП, якими пробурено 1317 м за 4929 годин. Проходка на бурголовку склала 30,6 м, час роботи на вибої 114,6 годин (табл.4). Виніс керну при бурінні бурголовками ІНМАП українського виробництва складає 58%.

З імпортних доліт кращі показники роботи мають долота виробництва фірм США. Найкращі результати відпрацювання показали долота фірм «Reed Hycalog», «hughes» і «Smith tool». Долота китайського виробництва «kingdream» поступаються по довговічності і проходці на долото вказаним вище виробникам доліт.

Серед доліт діаметром 393,7 мм кращі показники мають долота виробництва компанії «hughes». Проходка на долото діаметром 393,7мм склала 1193м, при швидкості буріння 2,6 м/год. Вартість 1м буріння долотом 15 ½ МХ-1 на 20% нижча вартості 1 м буріння долотом 393,7 М-ЦГВУ R370.

Високі результати роботи показали долота фірми «Reed Hycalog» – 15¹/₂ MS13GC. Відпрацьовано 9 доліт, пробурено 3699м в м'яких породах (крейда, глина, сіль). Проходка на долото склала 411м при механічній швидкості буріння 1,30 м/год. З врахуванням вартості долота, в вищеперелічених породах доцільніше використовувати долота 393,7 М-ЦГВУR370, виробництва ВАТ «Волгабурмаш», вартість буріння 1м яких на 76% нижча.

Таблиця 3. Результати відпрацювання доліт типу PDC на площах ДК "Укргазвидобування" у 2009 році

Розмір і тип доліт	№№ свердловини	Діапазон інтервалів буріння, м	Проходка на 1 долото, м	Час буріння 1 долота, год	Механічна швидкість, м/год	Примітка
295,3 FD 257SMA47 № 006.03.09	39 Копили	310-1750	1440	277	5,2	кільцева виробка Ø - 8 мм
215,9 FD 368SMA59 № 005.03.09	41,86 Кобзівська 65,69, 88	2109-3945	3007	2669	1,13	затуплені різці на 50%, 5 - сколотих; 3 – випавших
215,9 FD 368SM A59 № 023.03.09	Кобзівська	2016-3570	2865	2287	1,25	кільцева виробка Ø - 4 мм
215,9 FD 368SM A59 № 006.10.07	34 Юльівка 30, 64 Кобзівська	2161-3151	2071	723	2,86	кільцева виробка Ø - 4 мм
215,9 FD 355MH A06 № 004.03.06	57, 83 Кобзівська	2272-3505	2027	1748	1,16	кільцева виробка Ø - 6 мм
215,9 FD 368SM A59 № 011.03.09	85 Кобзівка	2204-3590	1386	1094	1,27	тріщина, 1 різець випав
215,9 FD 368SM A59 № 004.11.07	30 Кобзівка (1 і 2 стовбур)	2450-3295	1238	1115	1,11	кільцева виробка Ø= - 8 мм
Всього доліт	7	310-3945	14034	9913	1,42	

Таблица 4. Результаты внедрения долит и буроголовок типа PDC института надтвердых материалов за 2009 рік

Розмір і тип долит, буроголовок	Кількість, шт.	Сумарна проходка, м	Час механічного буріння, год.	Середні показники на долото		
				Проходка, м	Механічна швидкість, м/год.	Час роботи на вибої, год.
ІНМАП 292,9 МС	3	463	1133	154,3	0,41	377,7
ІНМАП 214,3 МС	1	497	483,75	497	1,03	483,7
ІНМАП 214,3 С	9	1303	2353,22	144,8	0,55	261,5
ІНМАП 214,3 С3	1	722	1053,92	722	0,69	1053,9
Всього долит:	14	2985	5023,9	229,3	0,65	
ІНМАП 214,3/80 МС	1	83,2	415,75	83,2	0,2	415,7
ІНМАП 214,3/80 С	32	1126	4178,86	35,19	0,27	130,6
ІНМАП 214,3/80 С3	1	39	77,0	39,0	0,51	77,0
ІНМАП 163,5/57 С	6	41	174,75	6,83	0,23	29,1
ІНМАП 138/52 С	3	28	82,75	9,33	0,34	27,6
Всього буроголовок:	43	1317,2	4929,1	30,63	0,27	
Всього долит і буроголовок:	57	4302,2	9953,0			

Серед доліт фірм США, Китаю і ВАТ «Волгабурмаш» діаметром 295,3 мм з фрезерованим озброєнням, найкращі результати показали долота 295,3 МС-ГАУ R116-2. Відпрацьовано 13 доліт, середня проходка на долото склала 313,8м, механічна швидкість буріння 2,47 м/год, стійкість доліт перевищила 100 год. Порівнюючи показники роботи доліт PDC в аналогічних умовах, проходка на долото яких склала 868 м, а механічна швидкість - 1,92 м/год, проте вартість буріння 1 м долотом PDC була вища на 19%.

Результати роботи доліт в породах, літологічний розріз яких представлений глинами, аргілітами, алевролітами і нещільними пісковиками могли б бути значно вищі, якщо б вони відпрацьовувались при більш високій частоті обертання (120-200об/хв) і при витраті промивальної рідини 34-38 л/сек.

Порівнюючи роботу доліт з твердосплавним озброєнням діаметром 295,3мм в інтервалі 1770-3300м видно, що кращі показники мають долота фірм США, проходка і стійкість яких вища ніж у доліт ВАТ «Волгабурмаш» та доліт китайського виробництва. Кращі показники з врахуванням проходки і вартості 1м мають показали долота фірми «Ulterra». Результати роботи 28 доліт фірми «kingdream» (Китай) були невисокими. Долота відпрацьовані при осьових навантаженнях 140-180 кН замість розрахункових 220-240 кН, при частоті обертання 62-92 об/хв замість 112 об/хв і промивці 34-38 л/с. Занижені осьові навантаження і невідповідна промивка не сприяли одержанню високої середньої механічної швидкості буріння.

При бурінні свердловин відпрацьовано 111 доліт діаметром 215,9 мм фірм США – «Reed», «smith», «hughes», «ulterra» і Китаю – «kingdream» в інтервалі глибин 980-5275 м, в породах з різними категоріями буримості відпрацьовано 254 долота фірми ВАТ «Волгабурмаш»: 215,9 МЦ-ГАУ R443 (23шт) і 215,9 МС-ЦГАУ R442 (226шт), а також долота PDC- 215,9 FD368SM A58 (5шт). Проходка на 1 долото PDC становить 1547,4м, при механічній швидкості 1,31 м/год, вартість 1м проходки становила 1254грн/м. Шаршкові долота показали наступні показники: проходка на долото - 279м, швидкість 2,15 м/год і вартість 1м проходки 884 грн/м. Недостатня витрата промивальної рідини, робота при невисоких частотах обертання не дозволили в повному обсязі використати можливості доліт типу PDC.

В інтервалі 2340-3930м працювали долота діаметром 215,9 мм різних виробників, які призначені для роботи в м'яких абразивних породах. Високі результати показали шаршкові долота - 8 1/2 MXL-09 («hughes»), з яких відпрацьовано тільки 2 долота. Кращим з шаршкових доліт було 215,9 МС3-ГАУ R449 (ВАТ «Волгабурмаш»). Відпрацьоване в цьому інтервалі долото PDC - 215,9 FD355 МНА06 дало проходку 1748м, механічну швидкість 1,16 м/год і найнижчу вартість 1м проходки. Долото призначене для буріння в середніх породах.

Серед доліт, призначених для буріння в абразивних породах середньої твердості (інтервал 2410-4420м), кращі результати показали долота 8 1/2 F-37YPS («smith») та 8 1/2 HA 547G («kingdream»), а з російських доліт (ВАТ «Волгабурмаш») - 215,9СЗГАУ- R 439.

В групі доліт для буріння в твердих абразивних породах, кращі результати за всім показникам у доліт 8 1/2 GH44G («hughes»).

Показники відпрацювання доліт діаметром 215,9 мм типу PDC інституту надтвердих матеріалів за 2009 рік (таблиця 4) поступають показникам доліт PDC ВАТ «Волгабурмаш». Це пояснюється тим, що долота типу PDC ВАТ «Волгабурмаш», на відміну від доліт ІНМАП, використовувались у малоабразивних породах середньої твердості.

Слід зазначити, що долота ІНМАП не повномірні (діаметр 214,3 мм замість 215,9 мм) і після їх відпрацювання виникає необхідність проробки свердловини.

Буровими підприємствами ПАТ «Укрнафта» у 2008-2009 роках використовувались твердосплавні долота зарубіжних фірм «Smith», «Hughes Christensen», «ULTERRA», «Kingdream», ВАТ «Волгабурмаш». Одержані показники їх відпрацювання близькі до аналогічних по БУ «Укрбургаз».

Проведен анализ результатов отработки породоразрушающего инструмента отечественного и импортного производства при бурении скважин на нефтегазовых месторождениях Украины. Поданы сравнения показателей работы буровых трехшарошечных и твердосплавных долот фирмы "Kingdrelm", "Reed Hycalog", "Smith tool", "Hughes", "Ulterra", ОАО "Волгабурмаш".

Ключевые слова: Долото, скважина, механическая скорость, проходка.

It has been analyzed the results of drill bits working off that produced in national and in foreign countries while drilling oil and gas wells on Ukraine fields. It has been given the comparison of three milling cutters and hard-alloy drill bits work indexes of such companies as "Kingdrelm", "Reed Hycalog", "Smith tool", "Hughes", "Ulterra", Public Joint-stock company "Volgaburmash".

Key words: Drilling bit, well, rate of penetration, headway.

Література

1. Єгер Д.О., Тачинський М.Є., Каралаш М.В. та інші. Досвід буріння свердловин з використанням доліт компанії "Х'юз Крістенсен" на родовищах ВАТ "Укрнафта" // Нафтова і газова промисловість. – 1997. - № 6. – С.20-26.
2. Стасенко В.М., Карпенко В.М., Буняк Б.Т., Тимах В.Г. Методи оцінювання ефективності використання породоруйнівного інструменту для спорудження свердловин на нафту і газ. // Нафтова і газова промисловість. – 2008. - № 1. – С.27-31.

Надійшла 20.06.11

УДК 621.8:539.4.32:542.057

А. Л. Майстренко, член-кор. НАН України; **А. П. Загора, Р. К. Богданов,**
В. М. Сердюк, В. П. Переяслов, кандидати технічних наук;
Р. С. Шмегера, М. В. Супрун

Інститут сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКАНИЯ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК

Приведены результаты исследований альтернативной технологии изготовления породоразрушающих элементов буровых коронок методом интенсивного электроспекания. Буровой инструмент, разработанный на основе полученных этим методом, породоразрушающих элементов, незначительно уступает по работоспособности серийному буровому инструменту.

Ключевые слова: алмазсодержащий, матричный, композиционный материал, электроспекание, буровая коронка, породоразрушающий элемент, интенсивность изнашивания.

В настоящее время алмазсодержащие матричные композиционные материалы (АМКМ) для бурового породоразрушающего инструмента изготавливают методом инфильтрации в защитной среде (например, в водороде или в вакууме) [1, 2]. К основным недостаткам такой технологии относится довольно высокая себестоимость изготовления инструмента.

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины разрабатывают альтернативные методы изготовления бурового инструмента, одним из которых является интенсивное электроспекание (ИЭС) композиционных алмазсодержащих материалов без применения защитной среды [3].

Указанный метод заключается в быстром нагревании образца путём прямого пропускания электрического тока с одновременным приложением давления до 300 МПа. Этим методом изготавливают вставки для бурового инструмента, рабочие элементы инструмента для шлифования природного камня и правящих карандашей. Особый интерес представляет применение этого метода для изготовления алмазсодержащих породоразрушающих элементов для бурового инструмента.

Алмазсодержащие породоразрушающие элементы для бурового инструмента, работают в условиях значительных динамических и ударных нагрузок, а также абразивного износа. Следовательно, такие композиционные материалы должны, обладать высокой стойкостью к таким нагрузкам, а также абразивной износостойкостью. Это достигается путем использования высокопрочных термостойких алмазных порошков с добавками износостойких материалов (карбидов и боридов переходных металлов), и специального связующего материала. Наиболее широко применяемым наполнителем алмазсодержащих матричных композиционных материалов бурового породоразрушающего инструмента является литой карбид вольфрама, который вводят в матрицу путем грануляции его зерен смесью ВК. При этом грануляция алмазных зерен и зерен WC позволяет решить проблему равномерного их распределения по всему объему матричного композита.

Известно, что для получения твердосплавных гранул с необходимыми прочностными характеристиками при спекании в твердой фазе необходима минимальная температура 1250° С при