

підвищення тиску ε , а в інтервалі зміни ε від 1 до 1,3 і в інтервалі зміни n , m від 1,2 до 1,4 вона змінюється від 1 до 1,05, причому значення 1 досягається тільки при $\varepsilon=1$. Величина ε пов'язана з тепловим коефіцієнтом і лінійно зростає зі збільшенням τ [1]. Отже, температура нагнітання при такій відмові завжди зростає, і знак температурного збільшення позитивний.

Оцінивши вплив усіх видів відмов на температуру нагнітання, можна стверджувати, що будь-яка функція стану буде змінюватися в од-

ному напрямі, тому що будь-яка функція стану є залежністю двох параметрів, наприклад, температури і тиску, а величини тисків визначаються зовнішнім середовищем і залишаються незмінними.

Література

1. Храпач Г.К. Надёжность работы поршневых газоперекачивающих агрегатов. – М.: Недра, 1978. – 192 с.

УДК 622.245

ВИКОРИСТАННЯ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН

Я.М.Фем'як

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42264, 42453
e-mail: public@ifdtung.if.ua

Изложены основные особенности новой технологии интенсификации разрушения горных пород при бурении скважин с использованием ультразвуковой кавитации. Дано описание бурового трехлопастного долота и принцип работы кавитационных генераторов. Указаны предпосылки эффективного использования описанных устройств на технико-экономические показатели бурения скважин.

The main features of the new technology stimulation of rocks destruction using ultrasonic cavitations are presented. The constructional description three-way bit and operation principle of cavitations generators are described. Preconditions of effective use of the described devices over technical and economic performance of well drilling are shown.

Практика глибокого буріння в Україні і за кордоном показала істотне зниження механічної швидкості буріння та стійкості доліт, збільшення собівартості 1 м проходки із зростанням глибини свердловини. Сьогодні на буріння однієї свердловини глибиною понад 4500 м в середньому витрачають: у США – 19 доліт, в Європі – 60, у країнах СНД (в т. ч. й в Україні) – 300 доліт. Цей показник безпосередньо впливає на собівартість 1 м проходки, яка становить залежно від району проведення бурових робіт сотні, а то й тисячі доларів США [1, 2].

Традиційний шлях інтенсифікації процесів буріння свердловин в основному полягає у використанні більш удосконалених доліт, виготовлених з використанням нових надтвердих і надміцних матеріалів. Цей шлях пов'язаний зі значними економічними витратами [3].

Використання кавітаційних технологій може відкрити принципово нові підходи щодо вирішення цієї проблеми. Найбільшого і більш прогресивного процесу руйнування гірських порід в полі дії ультразвукової кавітації можна досягнути за рахунок її спрямованої дії на вибір свердловини. Аналіз впливу параметрів промивальної рідини на утворення кавітаційних бульбашок і їх подальшого лускання дає можливість визначити напрямки удосконалення процесів кавітаційного руйнування гірських порід. Для руйнування порід дуже важливо забезпечити максимальну ударну дію кавітації на породу, тобто необхідно створити потужні мікро-

потоки інтенсивної дії від лускаючих кавітаційних бульбашок [4].

Принцип дії запропонованого нами кавітаційного генератора базується на створенні кавітаційних бульбашок за допомогою ультразвукових, гідроакустичних і гідроударних хвиль. Будучи за принципом дії концентратором гідроакустичних хвиль, він забезпечує на відміну від вихрових генераторів суттєве збільшення пульсацій амплітуди за рахунок резонансного ефекту, а також почергове утворення нових кавітаційних бульбашок.

В основу технологічного і практичного вирішення цього завдання покладено застосування ультразвукової кавітації для інтенсифікації процесу руйнування гірських порід під час буріння свердловин за рахунок спрямованої дії на породу кавітаційних пульсуючих мікропотоків великої інтенсивності і потужних гідродинамічних імпульсів тиску за допомогою кавітаційних генераторів, вміщених в промивні канали трилопатевого бурового долота діаметром 295,3 мм [5].

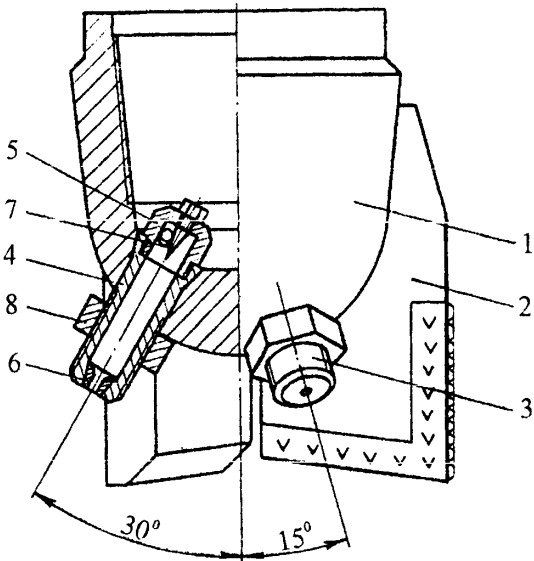
Передбачається, що створення ультразвукової кавітації в зоні працюючого долота дасть такі позитивні результати:

- підвищення ефективності руйнування породи і збільшення механічної швидкості буріння в 1,5-2 рази;
- підвищення терміну служби долота і збільшення проходки на долото;

– досягнення більш якісного очищення вибою свердловини від шламу;

– покращання кольматації стінок свердловини, що особливо важливо при проходженні верхніх нестійких порід схильних до осипів чи обвалів.

Закріплені в промивні канали корпусу трилопатевого долота кавітаційні генератори у вигляді модулів дають можливість створити на вибої свердловини потужні мікропотоки хвильової енергії спрямованої дії для руйнування гірської породи. Орієнтовані осі кавітаційних генераторів під кутами нахилу 30° , 15° і 5° (рис. 1) відносно осі долота дають змогу охопити практично всю площу вибою свердловини дією потужної енергії, яка впливає на підвищення механічної швидкості буріння свердловини і збільшення проходки на долото.



1 – корпус долота; 2 – лопаті долота; 3 – кавітаційний генератор; 4 – корпус кавітаційного генератора; 5 – камера завихрення; 6 – сопло; 7 – шпиль-відбивач; 8 – гайка

Рисунок 1 — Трилопатеве бурове долото ЗЛ-295,3-КГ. Вигляд збоку з половинним розрізом

Бурове трилопатеве долото (рис.1) складається з корпусу 1, до якого приварені три лопаті 2, армовані твродсплавними елементами. В промивні канали корпусу закріплені кавітаційні генератори 3. В свою чергу кавітаційний генератор складається з корпусу 4, камери завихрення 5, сопла 6 і шпиль-відбивача 7. Кавітаційний генератор 3 фіксується в корпусі долота 1 за допомогою гайки 8. Вісь кожного кавітаційного генератора орієнтовано під різним кутом нахилу відносно осі долота відповідно 30° , 15° і 5° .

Пристрій працює так. Буровий розчин по бурильній колоні подається до входних тангенціально-нахилених каналів камери завихрення 5, де отримує обертовий рух і завихрюється з великою швидкістю. Тут в камері завихрення

зароджується вихрове ядро, яке починає прецесувати і збуджує пульсацію швидкості і тиску, утворюючи кавітаційні порожнини. Далі ці порожнини зносяться потоком рідини через сопло 6, де швидкість ще більше зростає, а тиск при цьому падає нижче тиску насиченої пари рідини при даній температурі, що призводить зрештою до механічного розриву рідини і суттєвого збільшення кавітаційних порожнин. При виході з сопла 6 за рахунок раптового розширення і скачкоподібного збільшення тиску ці кавітаційні порожнини лускають з надзвичайно великою швидкістю, утворюючи потужні гідродинамічні імпульси тиску, спрямовані на вибій свердловини для руйнування гірської породи. Для захисту торцевої частини кавітаційного генератора 3 від дії відбитих високочастотних ультразвукових хвиль служить шпиль-відбивач 7, який також виконує функцію концентратора цих хвиль.

Ефективність роботи лопатевого долота досягається за рахунок створення в привибійній зоні свердловини кавітації спрямованої дії, що дає можливість збільшити проходку на долото. Крім того, таке долото забезпечує і побічну дію, а саме кольматацію стінок свердловини в процесі проходження ускладнених горизонтів (в зонах осипів і обвалів, поглинань, водонафтогазопроявів).

Ефективність дії ультразвукової кавітації на процес руйнування гірських порід і робоча здатність трилопатевого долота з вмонтованими в нього кавітаційними генераторами нами випробувана і перевірена в промислових умовах на свердловинах Стрийського відділення бурових робіт. Результати промислових випробувань наведені в табл. 1.

На основі даних промислового випробування бурового трилопатевого долота ЗЛ-295,3-КГ, в промивні канали якого вмонтовано кавітаційні генератори під різними кутами нахилу відносно осі долота, відкриваються принципово нові підходи щодо підвищення ефективного руйнування гірських порід під час буріння свердловин. Нами встановлено, що створення кавітації в зоні працюючого долота дало такі позитивні результати:

– збільшення середньої проходки на долото та механічної швидкості буріння буровим трилопатеvim долотом нової конструкції в середньому склало відповідно 339,4% та 114,5% порівняно з шарошковым долотом діаметром 295,3 мм типу МГВУ і відповідно 212,5% та 163,3% порівняно зі звичайним трилопатеvim долотом;

– буріння даним долотом забезпечує більш якісне очищення вибою свердловини від вибуреної породи;

– долото є довговічне і надійне в експлуатації, його можна реставрувати як мінімум 2 рази;

– підтверджується доцільність використання кавітаційних технологій для інтенсифікації руйнування гірських порід під час буріння свердловин.

Таблиця 1 — Промислові дані про відпрацювання доліт на свердловинах

№№ свердловин	Тип долота	Типорозмір доліт	Інтервал буріння, м		Проходка, м	Час мех. буріння, год	Сер. мех. швидкість м/год	Режими буріння			Стан долота, %	Причина підйому долота
			від	до				G, т	Q, л/с	n, об/хв		
54-Вишнянська	дослідне	ЗЛ-295,3-КГ	172	330	158	41	3,85	6	28	50-60	20	інклінометрія
54-Вишнянська	тришарошкове	295,3-МГВУ	330	454	124	38,25	3,24	7	28	90	100	відпрацьоване
4-Орховичі	звичайне лопатеве	ЗЛ-295,3-Г	401	600	199	84,08	2,37	6	25	60	50	глибина спуску пром. колони
10-Орховичі	дослідне	ЗЛ-295,3-КГ	325	590	265	68	3,89	8	28	50-60	50	глибина спуску пром. колони
10-Орховичі	тришарошкове	295,3-МГНУ R-85	590	800	210	41,5	3,33	8	28	50	100	відпрацьоване
4-Орховичі	звичайне лопатеве	ЗЛ-295,3-Г	401	600	199	84,08	2,37	6	25	60	50	глибина спуску пром. колони
11-Макунів	дослідне	ЗЛ-295,3-КГ	120	386	266	33,75	7,88	12	28	50-60	75	інклінометрія
11-Макунів	тришарошкове	295,3-МГВУ	386	661	275	64,5	4,26	12	28	60	100	відпрацьоване
4-Орховичі	звичайне лопатеве	ЗЛ-295,3-Г	401	600	199	84,08	2,37	6	25	60	50	глибина спуску пром. колони
Середні показники												
дослідне ЗЛ-295,3-КГ					689	142,7	4,83				---	
тришарошкові 295,3-МГВУ і МГНУ R-85					609	144,2	4,22				---	
звичайне лопатеве ЗЛ-295,3-Г					199	84,1	2,37				---	

Література

1. Марик В.Б. Основи методики проектування доліт з новими промивальними вузлами // Нафт. і газ. пром-сть. – 2000. – №6. – С. 10-12.
2. Мерзляков В.Г., Кузьмич І.А., Захаров Ю.Н., Кузнецов Г.И. Комбинированные способы и устройства разрушения горных пород. – М.: Недра, 1985. – 245 с.
3. Яремійчук Р.С., Фем'як Я.М. Інтенсифікація процесу руйнування гірських порід під час буріння свердловин внаслідок дії ультразвукової кавітації // Нафт. і газ. пром-сть. – 2000. – №3. – С. 15-16.

4. Ганиев Р.Ф., Блинков О.Г., Ишук А.Г., Анохин К.П. Перспективы применения волновых генераторов для повышения скорости проходки при бурении скважин // Проблемы бурового породоразрушающего инструмента: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. – Самара: Изд-во СГТУ, 1999. – С. 27-31.

5. Патент 2001042604 Україна, МКИ E21B10/42. Бурове трилопатеве долото / Яремійчук Р.С., Расторгуев О.М., Баранецький М.В., Фем'як Я.М., Шандровський Т.Р. – № 43637А; Заявл. 18.04.2001; Опубл. 17.12.2001, Бюл. №11. – 4 с., іл.