

УДК 622.23.02.001

ВПЛИВ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ТИСКУ НА ФІЗИКО - МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОРІД

¹В.В. Дячук, ¹В.П. Дверій, ¹Р.П. Верстюк, ¹М.І. Гірняк, ²В.Л. Кушнар'юв

УкрНДГаз, 61125, м. Харків, Красношкільна набережна, 20, тел./факс (0572) 21-37-55,
e-mail: gaz@ukrniigaz.kharkov.ru

БУ "Укрбургаз", 61050, м. Красноград, Харківська обл., вул. Полтавська, 86, Тел. (05744)7-46-69,
факс (05744) 7-15-40, e-mail: ukrburgaz@gasdob.com.ua

Рассматриваются вопросы бурения скважин в условиях влияния дифференциального давления на физико-механические свойства пород. Предложены пути повышения скорости бурения новых скважин и снижения себестоимости 1 м проходки путем правильного выбора буровых долот и расчета оптимальных режимных параметров их обработки.

The problems of drilling wells under the conditions of differential pressure influence upon physicochemical features of rocks are considered. The ways of increasing the velocity of new wells and reducing 1m dang-way costprice by means of the right choice of drilling bits and calculation the most effective drilling practices parameters of their drilling bit run are proposed.

При бурінні глибоких свердловин в умовах значних перепадів тисків осадові гірські породи змінюють свої властивості. Сукупність певних умов веде до таких змін: породи із крихких переходять в клас пластично - крихких або навіть в ідеально пластичні породи. Якісна картина зміни напружень для переходу породи від крихкої до пластичної наведена на рисунку 1.

Із рис. 1 видно, що витрати роботи на руйнування крихкої породи (лінія 1) будуть мінімальними, оскільки величина Σ знаходиться значно лівіше, ніж при руйнуванні пластично-крихких (лінія 2) або пластичних (лінія 3) порід, при цьому $\sigma_s^{II} \ll \sigma_s^I$ для решти видів порід. Для крихких порід Σ буде мінімальним, а σ_c значно більша за σ_s^I і σ_s^{II} .

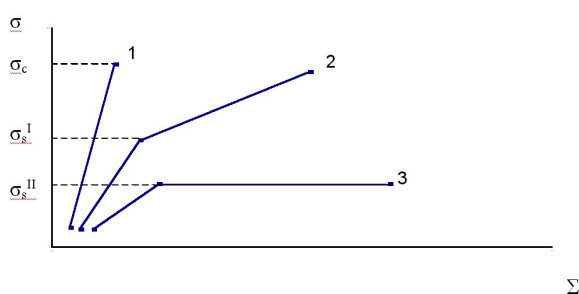


Рисунок 1 - Графік залежності напружень від деформацій крихкого (1), твердого (2), пластичного тіл: σ_c - межа міцності крихкого тіла; σ_s^I і σ_s^{II} - межі текучості твердого і пластичного тіл

Це означає, що при розбурюванні крихких порід витрати енергії на руйнування будуть мінімальними, а ефективність буріння буде найвищою.

В умовах буріння свердловин на родовищах з пониженими пластовими тисками бури-

лення свердловин зменшуються.

Відомо [1,2,3,4], що фізико-механічні властивості гірських порід (твердість, абразивність, пластичність, питома об'ємна робота руйнування) залежать від багатьох факторів. Але на зміну властивостей порід найбільший вплив мають диференційні тиски (різниця гідростатичних і пластових тисків).

Одні і ті ж породи (глина, алевроліт, аргіліт пісковик тощо) на різних глибинах руйнуються по-різному. Для їх ефективного руйнування необхідно застосовувати відповідні типи доліт, відпрацьовувати їх в оптимальних режимних параметрах. Все це можна отримати, маючи достовірні дані про величини фізико-механічних властивостей порід.

Завдання вивчення фізико-механічних властивостей порід, що впливають на буримість, мають на увазі вирішення таких дослідних, проектно - конструкторських, технологічних і економічних питань:

- порівняльна оцінка і класифікація гірських порід за фізико-механічними властивостями;
- обґрунтоване віднесення техніко - економічних показників бурових робіт до категорій розбурюваних порід;
- дослідження механізму руйнування гірських порід різних класів (типів) при бурінні;
- проектування конструкцій і вибір типів ефективних породоруйнівних інструментів при бурінні порід з відомими властивостями;
- розрахунок параметрів оптимального режиму буріння залежно від властивостей порід в тій чи іншій свердловині;
- об'єктивне технічне нормування робочого процесу буріння свердловин;
- достовірні розрахунки очікуваних показників буріння: комерційної швидкості буріння, витрат матеріальних ресурсів і вартості 1 м проходки.

Таблиця 1 - Твердість аргілітів залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ/см ²	Твердість аргіліта, кГ/мм ²	Твердість у відсотках, %
0	48,0	-
50	50,0	4,17
100	52,0	8,33
150	54,4	13,33
200	56,6	17,92
280	60,0	25,00
400	63,0	31,25

Таблиця 2 - Твердість алевролітів залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ/см ²	Твердість алевроліта, кГ/мм ²	Твердість у відсотках, %
0	55,0	-
50	60,0	9,00
75	65,0	18,18
125	70,0	27,27
150	72,0	30,90
250	75,0	36,36
350	77,0	40,00
400	78,0	41,82

Таблиця 3 - Твердість пісковиків залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ/см ²	Твердість пісковика, кГ/мм ²	Твердість у відсотках, %
0	90	-
60	100	11,11
100	110	22,22
150	115	27,78
200	120	33,33
300	125	38,89
400	130	44,44

Таблиця 4 - Твердість доломітів залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ/см ²	Твердість доломіта, кГ/мм ²	Твердість у відсотках, %
0	98	-
100	102	4,08
200	105	7,14
275	110	12,24
325	115	17,35
350	120	22,45
375	130	32,65
400	140	42,86

Проведення в останні роки робіт з вказаною метою в системі ДК "Укргазвидобування" [5] дає підстави уже сьогодні одержувати суттєві позитивні результати.

На основі вивчення фізико - механічних властивостей порід, розроблених в УкрНДІгазі математичних моделей, програм розрахунків оптимальних режимних параметрів відпрацювання доліт, вибору ефективних доліт по стратиграфічних комплексах, інтервалах глибин науковцями інституту разом із технологічними службами Бурового Управління "Укрбургаз" і його буровими відділеннями розроблені техно-

логічні регламенти щодо відпрацювання доліт в окремих свердловинах і на цілих родовищах. Застосування таких регламентів при бурінні свердловин на Коломацькому, Кобзівському, Байрацькому, Яблунівському, Хрещищенському, Котелевському газоконденсатних родовищах сприяли збільшенню технічної швидкості буріння на 31-35%, проходки на долото в 1,5 рази і механічної швидкості буріння на 17-25%. При цьому вартість проходки зменшилась на 250 гривень.

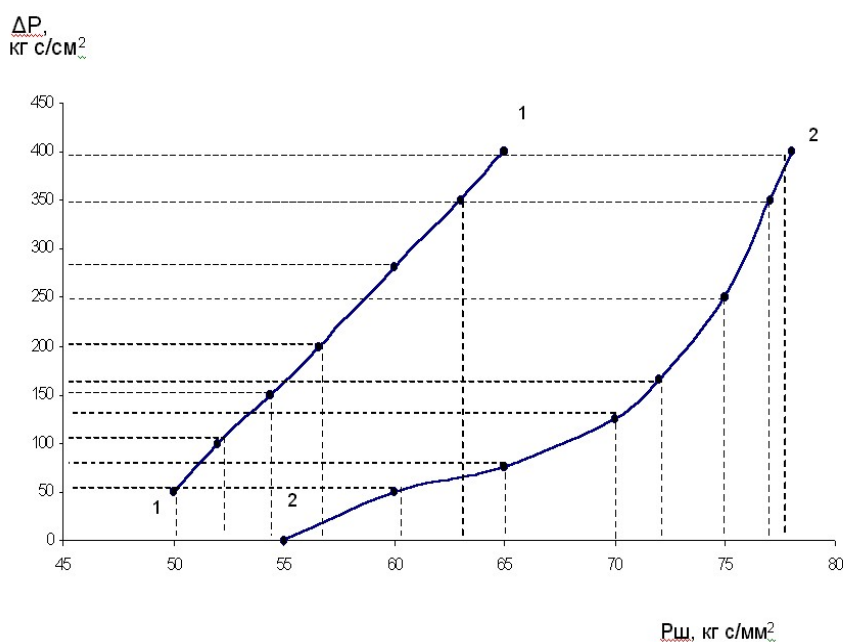
Але при бурінні нових свердловин на родовищах, які довгий час перебувають в експлуатації, суттєво порушується рівномірний баланс

Таблиця 5 - Твердість вапняків залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ с/см ²	Твердість вапняка, кГ с/мм ²	Твердість у відсотках, %
0	104	-
10	105	1,00
95	110	9,61
150	115	10,58
175	120	15,38
215	130	25,00
225	140	34,61

Таблиця 6 - Збільшення твердості порід залежно від диференційного тиску

Диференційний тиск, кГ с/см ²	Зміна твердості порід, % %					Середній рівень зростання твердості порід, % %
	аргілітів	алевролітів	пісковиків	доломітів	вапняків	
1	2	3	4	5	6	7
100	8	20	22,22	4,0	10,0	12,8
200	18	33	33,0	7,0	20,0	22,2
300	26	38	39,0	16,0	25,0	28,8
400	31	42	44,0	43,0	-	40,0



1-1- аргіліт; 2-2 - алевроліт

Рисунок 2 - Зміна твердості від диференційного тиску

пластових і гідростатичних тисків. На породи на вибої свердловини діють диференційні тиски, величина яких в багатьох свердловинах доходить до 400 кГс/см² і більше. В таких випадках темпи поглиблення свердловин суттєво знижуються: проходка за добу не перевищує 3-4 метрів при механічній швидкості буріння 0,1м/год. Причиною вказаного явища є вплив диференційного тиску на властивості гірських порід. При цьому при однакових диференцій-

них тисках різні породи змінюють свої властивості по-різному: зростає пластичність і відповідно енергія для їх руйнування. В таблицях 1,2,3,4,5 і на рисунках 2,3,4 наведені зміни величини зусилля руйнування порід (аргіліт, алевроліт, пісковик, вапняк, доломіт) залежно від величини диференційного тиску. Зміна диференційного тиску від 0 до 400 кГс/см² призводить до зростання величини зусилля руйнування аргіліту від 48 до 63 кГс/см², або на 31,25 %;

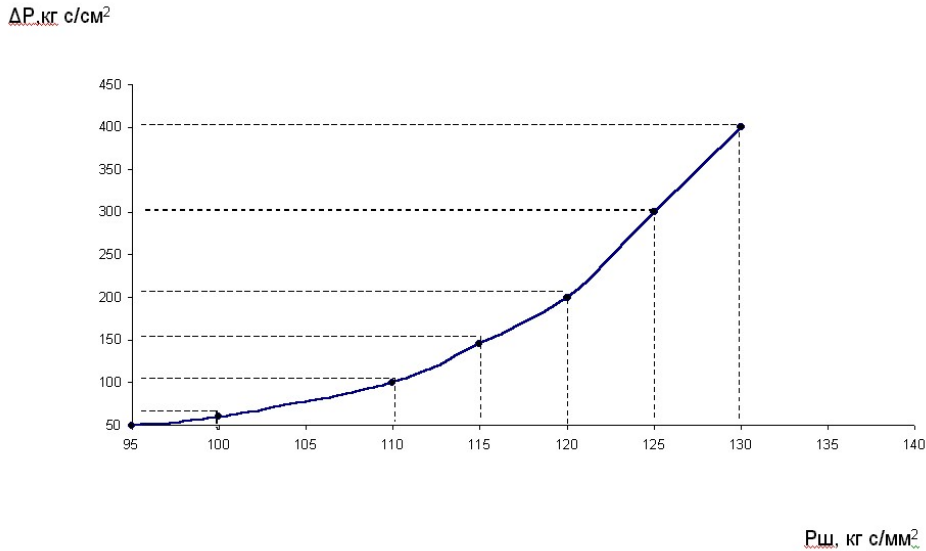
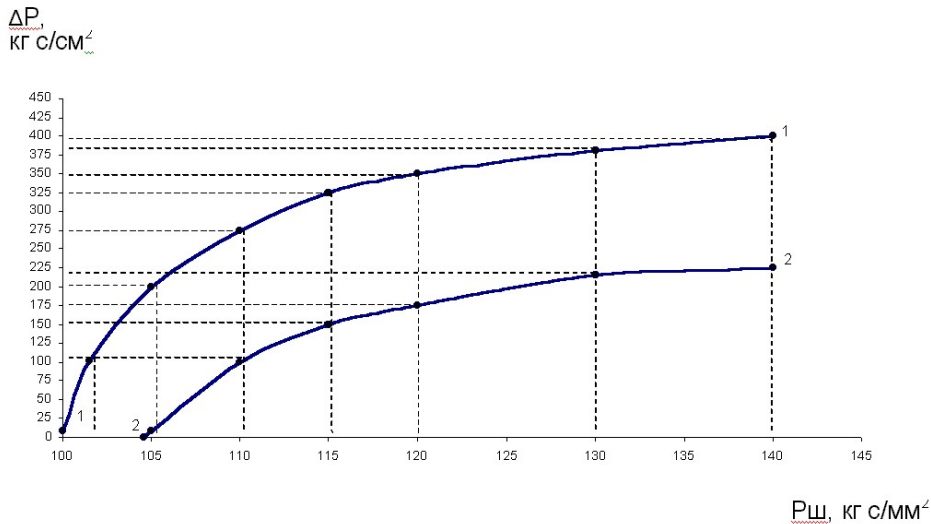


Рисунок 3 - Зміна твердості пісковиків від диференційного тиску



1- 1 - доломіт; 2-2 - вапняк

Рисунок 4 - Зміна твердості від диференційного тиску

алевроліту - з 55 до 78 кгс/мм², або на 41,82 %; пісковіку - з 90 до 130 кгс/мм², або на 44,44%; доломіту - з 98 до 140 кгс/мм², або на 42,86%. Слід зауважити, що зміна величини диференційного тиску по-різному впливає на збільшення величини зусилля руйнування порід. При збільшенні диференційного тиску з 50 до 125 кгс/см² (75 кгс/см²) твердість алевроліту зростає на 10 кгс/мм², а в межах 125-400 кгс/см² (275 кгс/см²) на 8 кгс/мм² (рисунок 2). Твердість доломіту в межах диференційного тиску 0 - 200 кгс/см² (200 кгс/см²) зростає на 5 кгс/мм², в межах 200 - 400 кгс/см² (200 кгс/см²) вона зростає на 35 кгс/мм² (рис. 4). В таблиці 6 зведені середні рівні зростання величини зусилля руйнування візейського ярусу при різних диференційних тисках.

З врахуванням пластових, гідростатичних тисків при бурінні нових свердловин на родовищах, де певний час видобувалися вуглеводні, норми механічного буріння повинні враховувати погіршення буримості порід. В таблиці 6 (колонка 7) наведені середні величини зростання величини зусилля руйнування порід (погіршення буримості) при різних диференційних тисках. При величині диференційного тиску 100 кгс/см² при бурінні свердловин в нижньому карбоні норми часу на буріння 1м необхідно збільшувати на 12,8%, при диференційному тиску 200 кгс/см² - на 22,2 %, при тисках 300 - 400 кгс/см² - відповідно на 28,8 і 40 %. Вказані величини справедливі для глибини залягання порід візейського ярусу в інтервалі 3500 - 4500м. При зміні глибини залягання нижче або

вище на 250м наведені величини коригуються відповідно на $\pm 5\%$.

Врахування зміни буримості порід залежно від диференційного тиску дасть можливість заздалегідь вибрати ефективні бурові долота, розрахувати оптимальні режимні параметри їх відпрацювання, що сприятиме підвищенню швидкості буріння нових свердловин і зниженню собівартості 1м проходки.

Таким чином, з метою підвищення темпів буріння на конкретних родовищах і площах потрібно:

1. При бурінні нових свердловин на родовищах, де певний час видобувались вуглеводні, норми механічного буріння повинні враховувати погіршення буримості порід.

2. Різницю пластового і гідростатичного тисків підтримувати мінімальною, тобто, густину бурового розчину вибрати, виходячи з умов пластового тиску.

3. Для ефективного руйнування гірських порід застосовувати відповідні типи доліт,

відпрацьовувати їх в оптимальних режимних параметрах. В результаті будуть забезпечені найсприятливіші умови для буріння свердловин в умовах значних перепадів тисків.

Література

1. Голубинцев О.Н. Механические и абразивные свойства горных пород и их буримость. - М.: Недра, 1968.- 198с.
2. Спивак А.И., Попов А.Н. Разрушение горных пород при бурении. - М.: Недра, 1979.- 239с.
3. Шрейнер Л.А. Физические основы механики горных пород. - М.: Гостоптехиздат, 1950.-155с.
4. Эйгелес Р.М. Разрушение горных пород при бурении. - М.: Недра, 1971г. - 212с.
5. Дячук В.В., Гальченко В.І. Особливості буріння свердловин на газоконденсатних родовищах Дніпрово-Донецької западини. // Нафтова і газова промисловість, 2002.- №4. - С. 18-20.

УДК 620.193 : 622.276

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ НАСОСНИХ ШТАНГ В ТИПОВИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В.І.Артим¹, В.М.Івасів¹, Я.Т.Федорович¹, П.В.Пушкар²

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 4-20-02,
e-mail: public@ifdtung.if.ua*

² НГВУ "Надвірнанафтогаз", 78400, м. Надвірна, вул. Грушевського, 13

Робота посвячена определению остаточного ресурса насосных штанг в типичных условиях эксплуатации. Для расчета используются проведенные экспериментальные исследования насосных штанг с разным сроком эксплуатации на коррозионную усталость. Анализ результатов производится по разработанной методике с учетом закономерностей накопления коррозионно-усталостного повреждения

The paper is dedicated to definition of a residual operational life of pump rods in representative external environments. For calculation the held experimental researches of pump rods with a miscellaneous effective life on a corrosion fatigue will be used. The analysis of results is made under the designed method of application with allowance for of regularities of upbuilding of corrosion-fatigue damage.

1 Актуальність

Колона насосних штанг є однією із найслабших ланок штангової свердловинної насосної установки. Саме насосні штанги різко обмежують її надійність і довговічність. Це пов'язано із надзвичайно важкими умовами роботи насосних штанг. Змінні навантаження розтягу та згину, вплив корозійно-активного середовища, тертя об колону насосно-компресорних труб, особливо в похилоспрямованих свердловинах, відкладення асфальто-смоляно-парафінових речовин та інші експлуатаційні фактори призводять до появи та інтенсивного розвитку корозійно-втомних тріщин і як наслідок до руйнування колони штанг. Такі аварії пов'язані з великими матеріальними затратами на ремонт і відновлення експлуатації свердловин. Кількість підземних поточних

ремонтів, пов'язаних з ліквідацією обривів колони штанг, досягає 250-300 на рік, що становить 15-20% від усіх підземних ремонтів [1]. У зв'язку з цим проблема забезпечення надійності колони насосних штанг в умовах корозійно-втомного пошкодження є надзвичайно актуальною. Важливе теоретичне та практичне значення для вирішення цієї проблеми має визначення залишкового ресурсу насосних штанг в типових умовах експлуатації.

2 Аналіз попередніх досліджень та визначення мети

Визначенню довговічності та надійності колони насосних штанг присвячена чимала кількість теоретичних та експериментальних досліджень, наприклад, [1-4]. Так, важливим результатом роботи [2] є визначення критичних розмірів корозійно-втомних тріщин в насосних штангах та залежності швидкостей їх розвитку