

УДК 622.244.44

С. В. Гошовський¹, А. О. Кожевников², доктора техн. наук;
Ю. Л. Кузін², канд. техн. наук; **О. А. Лексиков**, інж.

¹УкрДГРІ, м. Київ, Україна

²Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ, Україна

СТЕНДОВІ ГІДРАВЛІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ МАКЕТУ БУРИЛЬНИХ ТРУБ

In clause results of bench researches of losses of a pressure in boring pipes wich various internal diameter are resulted at various charges drilling fluid liquids.

Постановка проблеми

У процесі розробки раціональної технології буріння виникає необхідність у визначенні оптимальних режимів промивання свердловин. Практично усі види обертального буріння супроводжуються рухом промивальної рідини по бурильних трубах до свердловини, що переборює розподілений опір тертя по довжині, а також місцеві опори, зв'язані зі зміною (раптові розширення і звуження) діаметрів. На подолання сил опору руху промивальної рідини затрачається значна енергія.

Виділення невирішених проблем

Проблему підвищення продуктивності трубопроводу можна вирішити збільшенням потужності застосовуваного насосного устаткування. Однак це пов'язане з технічними труднощами і вимагає додаткових капіталовкладень. Тому визначення гідравлічних характеристик застосовуваних бурильних колон при існуючих насосних установках дозволяє виробити оптимальну гідравлічну програму промивання свердловини.

Ціль

Ціллю даної роботи є проведення досліджень бурильних труб різного внутрішнього діаметру з метою встановлення залежностей втрат тиску промивної рідини при проходженні нею крізь труби, а також коефіцієнта гідравлічного опору у залежності від подачі промивної рідини.

Виклад основного матеріалу

1.1. Експериментальний стенд.

Стендові гідравлічні дослідження проводились на 3-х макетах бурильних труб, які мали внутрішній діаметр 15, 20 та 25 мм відповідно. Довжина дослідних зразків бурильних труб складала 3 м. Промивна рідина – технічна вода.

Дослідження проводились на стенді (рис. 1), що складається з горизонтального трьохплунжерного одинарної дії насосу НБ -5 (НБ – 320/105) (1) та експериментального трубопроводу (4).

При діаметрі експериментального трубопроводу 15 – 25 мм необхідна довжина водозливу складала не менш 1 м. Експериментальна ділянка знаходилася на відстані не менш 50 $d_{\text{вн}}$ від заспокоювача, щоб виключити різні місцеві впливи та порушення рівномірності розподілу потоку.

Вимір тисків на експериментальному трубопроводі проводився за допомогою трубчатих манометрів 2 і 3, призначених для технічних вимірів тиску при максимальному значенні до 5 МПа. Контроль виміру витрат промивної рідини здійснювали за допомогою мірного баку та секундоміру.

Забір води насосом 1 здійснювали з зумпфа 5.

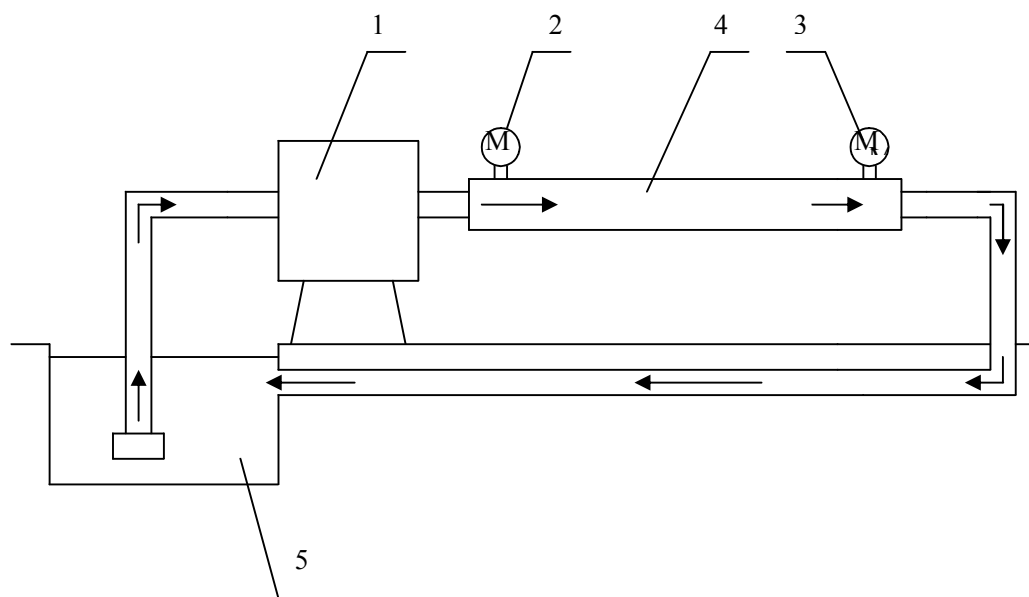


Рис. 1. Лабораторний експериментальний стенд:

1 – Горизонтальний трьох плунжерний насос НБ - 5; 2 – Манометр $P=10 \text{ кг/см}^2$; 3 – Манометр $P=6 \text{ кг/см}^2$; 4 – Експериментальний трубопровід; 5 – Зумпф.

1.2. Методика проведення стендових випробувань.

Методика проведення досліджень була наступна. Змінюючи витрати води шляхом зміни швидкості роботи насоса, визначали за допомогою витратоміра і мірного бака обсяг рідини V , що витікає з труби та час наповнення бака t . Встановлювали конкретну постійну витрату води (Q) і підраховували середню швидкість руху v води в трубопроводі.

$$Q = \frac{V}{t}; \quad (1.1)$$

$$v = \frac{Q}{F}, \quad (1.2)$$

де V – обсяг промивної рідини у баці, м^3 ;

F – площа поперечного внутрішнього перетину труби, м^2 ;

t – час наповнення бака, с.

А по знайденій витраті Q обчислювали значення v та V визначали число Рейнольдса Re .

За різницею показань P_1 і P_2 пружинних манометрів визначали втрату напору на ділянці експериментального трубопроводу

$$P = P_1 - P_2. \quad (1.3)$$

Підраховували досліджене значення коефіцієнта гідравлічних опорів по формулі Дарсі

$$\lambda_{on} = P \cdot \frac{2 \cdot g \cdot d}{L \cdot v^2} \quad (1.4)$$

При циркуляції промивної рідини по бурильним трубам виникають витрати напору по довжині, що витрачаються на подолання гідравлічного тертя між прошарками рідини і стінками труб.

З формули (1.1) можна знайти коефіцієнт λ , що є безрозмірною змінною величиною, яка залежить від діаметра труби, шорсткості її стінок, в'язкості і швидкості руху рідини.

При ламінарному плинні рідини коефіцієнт λ визначають по формулі Пуазейля [1]

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad (1.5)$$

де Re – число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (1.6)$$

де ν – кінематична в'язкість рідини, що залежить від температури, м²/с.

При турбулентному режиму руху λ визначають по формулі Блазіуса [2]

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (1.7)$$

Результати проведених вимірювань витрат тиску наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Виміри подачі промивної рідини та витрат тиску

Подача промивної рідини Q, л/хв	Тиск на вході у трубу P ₁ ·10 ⁵ , Па	Тиск на виході з труби P ₂ ·10 ⁵ , Па	Витрати тиску на довжині труби P·10 ⁵ , Па
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, I швидкість насосу			
32	0,3	0,15	0,15
32	0,35	0,15	0,2
32	0,35	0,15	0,2
32	0,33	0,15	0,183
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, II швидкість насосу			
50	0,8	0,4	0,4
53,57	0,8	0,35	0,45
52,17	0,8	0,35	0,45
51,913	0,8	0,367	0,433
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, III швидкість насосу			

100	2,3	1,25	1,05
100	2,5	1,3	1,2
100	2,5	1,3	1,2
100	2,43	1,283	1,15
Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, I швидкість насосу			
31,915	0,05	0,025	0,025
31,746	0,05	0,025	0,025
31,746	0,05	0,025	0,025
31,802	0,05	0,025	0,025
Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, II швидкість насосу			
51,724	0,15	0,05	0,1
50,874	0,15	0,05	0,1
50,000	0,15	0,05	0,1
50,866	0,15	0,05	0,1
Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, III швидкість насосу			
96,774	0,45	0,15	0,3
96,774	0,45	0,15	0,3
96,774	0,48	0,15	0,33
96,774	0,46	0,15	0,31
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, I швидкість насосу			
31,915	0,02	0,01	0,01
31,915	0,02	0,01	0,01
31,746	0,02	0,01	0,01
31,859	0,02	0,01	0,01
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, II швидкість насосу			
50,000	0,12	0,05	0,07
50,847	0,12	0,05	0,07
50,847	0,12	0,05	0,07
50,564666	0,12	0,05	0,07
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, III швидкість насосу			
100,000	0,38	0,25	0,13
96,774	0,35	0,25	0,10
96,774	0,35	0,25	0,10
97,849	0,36	0,25	0,11

Результати розрахунків λ і Re по даним вимірювань, що наведені у табл. 1.1, подаються у табл. 2.

Таблиця 2. Розрахункові значення λ і Re для експериментальних труб

Витрати промивної рідини Q , л/хв	Швидкість руху промивної рідини v , м/с	Коефіцієнт гідравлічних опорів λ	Re
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, I швидкість насосу			
32	3,018	0,016	44822
32	3,018	0,022	44822
32	3,018	0,022	44822
32	3,018	0,02	44822
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, II швидкість насосу			
50	4,716	0,018	70040
53,6	5,055	0,018	75074
52,17	4,920	0,018	73069
51,923	4,897	0,018	72728
Труба з внутрішнім діаметром 15 мм, III швидкість насосу			
100	9,4314	0,012	140070
100	9,4314	0,013	140070
100	9,4314	0,013	140070
100	9,4314	0,013	140070

Продолжение табл. 2.

Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, I швидкість насосу			
31,915	1,693	0,011	33524
31,746	1,684	0,011	33347
31,746	1,684	0,011	33347
31,802	1,687	0,011	33406
Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, II швидкість насосу			
51,724	2,744	0,017	54337
50,874	2,699	0,018	53446
50,000	2,652	0,019	52515
50,866	2,699	0,018	53446
Труба з внутрішнім діаметром 20 мм, III швидкість насосу			
96,774	5,134	0,015	101663
96,774	5,134	0,015	101663
96,774	5,134	0,015	101663
96,774	5,134	0,015	101663
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, I швидкість насосу			
31,915	1,084	0,017	25743
31,915	1,084	0,017	25743
31,746	1,078	0,017	26683
31,859	1,082	0,017	26782
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, II швидкість насосу			
50,000	1,698	0,050	42030
50,847	1,726	0,048	42723
50,847	1,726	0,048	42723
50,564666	1,717	0,0485	42500
Труба з внутрішнім діаметром 25 мм, III швидкість насосу			
100,000	3,395	0,023	84035
96,774	3,286	0,019	81337
96,774	3,286	0,019	81337
97,849	3,322	0,020	82228

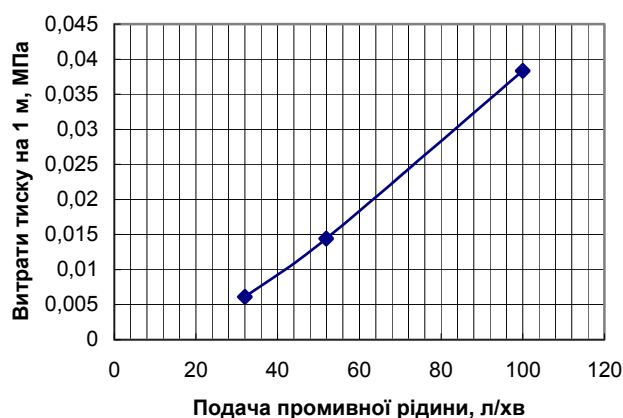


Рис. 2. Залежність витрат тиску від подачі промивної рідини для труб з внутрішнім діаметром 15 мм.

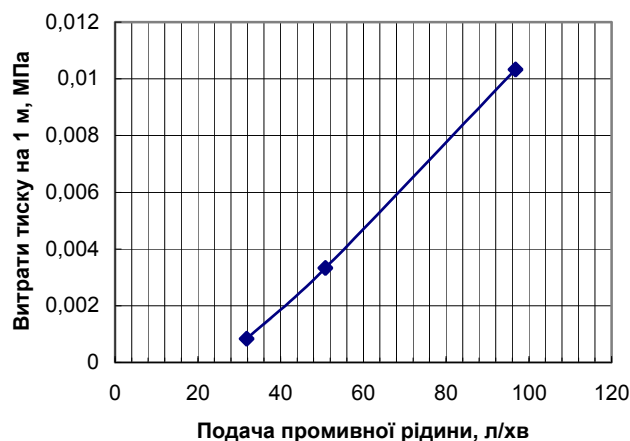


Рис. 3. Залежність витрат тиску від подачі промивної рідини для труб з внутрішнім діаметром 20 мм.

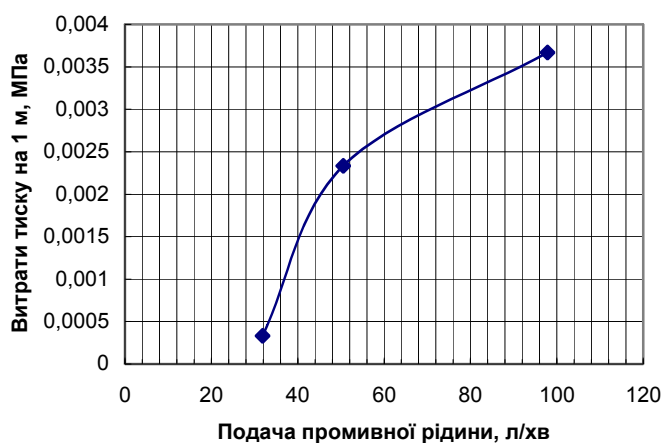


Рис. 4. Залежність витрат тиску від подачі промивної рідини для труб з внутрішнім діаметром 25 мм.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що при збільшенні подачі промивної рідини при застосуванні бурильних труб одного внутрішнього діаметру втрати тиску збільшуються прямо пропорційно збільшенню подачі промивної рідини. Встановлені залежності між подачею промивної рідини і витратами тиску.

Література

1. Ганджумян Р. А. Практические расчеты в разведочном бурении. – М.: Недра, 1986. – 253 с.
2. Чугаев Р. Р. Гидравлика. – Л.: Энергия, 1975. – 600 с.

Надішла 17.07.2006 р.