

Практичне заняття №2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ ТА НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ СВЕРДЛОВИН.

Мета заняття: ознайомитись із особливістю конструкції газових і газоконденсатних свердловин, підбір обладнання для експлуатації свердловин.

Тривалість заняття: 3 години.

Короткі теоретичні відомості.

Під конструкцією свердловини розуміють сукупність даних про:

- кількість обсадних колон та інтервали їх спуску;
- діаметри обсадних колон та доліт для буріння ствола свердловини під кожен колон;
- інтервали цементування обсадних колон.

Направлення – перша труба або колона труб, призначена для кріплення верхніх шарів ґрунту, складених нестійкими породами, для запобігання розмиву устя свердловини та направлення потоку промивальної рідини, яка виходить із свердловини, в очисну систему. Направлення спускається в підготовлений шурф і забутовується або 17 цементується до поверхні землі. Глибина встановлення направлення залежить від стану ґрунту і коливається від (5-7) м до декількох десятків метрів.

Кондуктор – колона, яка спускається в після направлення. Її головна функція обвалювання нестійких порід, що залягають на малих глибинах, а також ізоляція водоносних горизонтів, які служать основним джерелом питної води. Довжина кондуктора вибирається з врахуванням фактичного коливання від десятків до тисячі метрів і більше.

Експлуатаційна колона є головним елементом конструкції нафтової чи газової свердловини. Вона призначена для ізоляції продуктивної зони від

решти розкритих бурінням горизонтів і служить каналом транспортування вуглеводнів з пласта на денну поверхню або для закачування в пласт рідини і газу. Експлуатаційна колона має забезпечити надійне і тривале функціонування свердловини, тому до неї ставляться особливі вимоги щодо міцності і герметичності.

Проміжна колона – це колона труб, що розміщується між кондуктором і експлуатаційною колоною (називають технічною). Проміжна колона спускається тоді, коли подальше буріння через ускладнення стає неможливим (обвалювання стінок свердловини, наявність інтервалів, схильних до поглинання, та ін).

Насосно-компресорні труби (НКТ) застосовуються в процесі експлуатації нафтових, газових, нагнітальних і водозабірних свердловин для транспортування рідин і газів всередині обсадних колон, а також для ремонтних і спускопіднімальних робіт.

Необхідний діаметр фонтанних труб розраховують з двох умов:

1) 3 умови збереження мінімальних втрат тиску в стовбурі свердловини;

2) Забезпечення винесення твердих або рідких домішок на поверхню.

Для підбору внутрішнього діаметру НКТ з умови мінімальних втрат тиску в стовбурі свердловини скористаємось формулою Адамова:

$$P_{виб} = \sqrt{P_y^2 \cdot e^{2S} + Q \cdot q^2},$$
$$\text{де } S = 0,03415 \cdot \frac{\bar{\rho} \cdot L}{z_{cp} \cdot T_{cp}};$$
$$Q = 0,0133 \cdot \lambda \cdot \frac{z_{cp}^2 \cdot T_{cp}^2}{d^5} (e^{2S} - 1)$$

де $P_{виб}$ – вибійний тиск, МПа;

P_z – гирловий тиск, МПа;

e – основа натурального логарифма;

λ – коефіцієнт гідравлічного опору, який залежить від Re , а також від шорсткості поверхні труб;

q – дебіт газу, тис m^3/d ;

d – діаметр фонтанних труб, см.

Таблиця 1 – Характеристика насосно-компресорних труб

Умовний діаметр, мм	Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Висаджена частина, мм		Муфта, мм		Маса, кг		
				зовнішній діаметр	довжина до перехідної частини	зовнішній діаметр	довжина	1 м гладкої труби	муфти	1 м труби з муфтою (за довжини труби 8 м)
Труби гладкі										
48	48,3	4,0	40,3			56,0	96	4,39	0,5	4,45
60	60,3	5,0	50,3			73,0	110	6,84	1,3	7,00
73	73,0	5,5	62,0			89,0	132	9,16	2,4	9,46
		7,0	59,0					11,39		11,69
89	88,9	6,5	76,0			107,0	146	13,22	3,6	13,67
102	101,6	6,5	88,6			121,0	150	15,22	4,5	15,76
114	114,3	7,0	100,3			132,5	156	18,47	5,1	19,09
Труби з висадженими назовні кінцями										
33	33,4	3,5	26,4	37,30	45	48,3	89	2,58	0,5	2,67
42	42,2	3,5	35,2	46,00	51	56,0	95	3,34	0,7	3,48
48	48,3	4,0	40,3	53,20	57	63,5	100	4,39	0,8	4,59
60	60,3	5,0	50,3	65,90	89	78,0	126	6,84	1,5	7,20
73	73,0	5,5	62,0	78,60	95	93,0	134	9,16	2,8	9,73
		7,0	59,0					11,39		11,96
89	88,9	6,5	76,0	95,25	102	114,3	146	13,22	4,2	14,07
		8,0	73,0					15,98		16,83
102	101,6	6,5	88,6	107,95	102	127,0	154	15,22	5,0	16,14
114	114,3	7,0	100,3	120,65	108	141,3	160	18,47	6,3	19,66

Як показує практика експлуатації газових свердловин винесення твердих або рідких домішок буде забезпечуватись, коли швидкість руху газу в фонтанних трубах буде перевищувати критичну швидкість на деяку величину:

$$v = 1,2 \cdot W_{кр}$$

Критична швидкість це швидкість руху газу, при якій крапля рідини або піщинка знаходиться в зваженому стані.

Критична швидкість може бути визначена за формулою Ріттенгера:

$$W_{кр} = 10^{-2} \sqrt{\frac{2}{3} \cdot g \cdot d \cdot \frac{\rho_n - \rho_r}{\rho_z \cdot \phi}}$$

d – діаметр частинки або краплі рідини, м;

ρ_n – густина породи, кг/м³;

ρ_z – дійсна густина газу при тиску і температурі.

$$\rho_r = \rho_0 \cdot \frac{P_{виб} \cdot T_0}{z_{виб} \cdot P_0 \cdot T_{виб}},$$

де ϕ – аеродинамічний коефіцієнт, який залежить від форми і природи домішок (частинок):

- для води $\phi = 0,45$;
- піщинка кулькоподібної форми $\phi = 0,25$;
- піщинка призматичної форми $\phi = 0,73$.

Типові задачі

Задача №1. Розрахуйте довжину хвостовика двохступінчатої колони НКТ для свердловини з такою характеристикою: інтервал перфорації (Н), розрахунковий ефективний діаметр колони ($d_{\text{еф}}$).

№ варіанту	Інтервал перфорації, м	ефективний діаметр колони, мм
1	2900-2980	66
2	2900-3000	65
3	2900-3050	76
4	2800-2890	66
5	2700-2750	72
6	2800-2900	68
7	2600-2680	70
8	2500-2590	65
9	2400-2500	64
10	2500-2580	63
11	2600-2640	63
12	2700-2760	63
13	2800-2840	58
14	2900-2910	64
15	3000-3080	63
16	3200-3288	63
17	3100-3150	72
18	3300-3330	74
19	3400-3450	73
20	3500-3550	74

Задача №2. Визначити видовження експлуатаційної колони під дією своєї ваги при спуску в свердловину для таких даних: довжина колони труб (L) - 3900 м; зовнішній діаметр труб (D), товщина стінки труб (δ), довжина однієї труби ($l_{\text{сек}}$), маса 1 м труби (m), маса з'єднуючої муфти (m_m), модуль Юнга (E).

№ варіанту	Довжина колони труб, м	Зовнішній діаметр труб, мм	Товщина стінки труб, м	Довжина однієї труби, м	Маса 1 м труби, кг	Маса з'єднуючої муфти, кг	Модуль Юнга, МПа
1	3800	146	6,5	10	20,5	9,5	$2,4 \cdot 10^5$
2	3900	146	7	10	23,6	9,5	$2,3 \cdot 10^5$
3	3700	146	8	10	26,7	9,5	$2,2 \cdot 10^5$
4	4800	146	9	10	29,8	9,5	$2,35 \cdot 10^5$
5	5600	146	10	10	32,8	9,5	$2,4 \cdot 10^5$
6	4900	146	11	10	35,6	9,5	$2,33 \cdot 10^5$
7	5100	140	6	10	20,5	9,5	$2,23 \cdot 10^5$
8	4400	140	7	10	23,6	9,5	$2,43 \cdot 10^5$
9	4300	140	8	10	26,7	9,5	$2,35 \cdot 10^5$
10	5600	140	9	10	29,8	9,5	$2,13 \cdot 10^5$
11	5100	140	10	10	32,8	9,5	$2,34 \cdot 10^5$
12	4900	140	11	10	35,6	9,5	$2,38 \cdot 10^5$
13	4800	146	6,5	10	20,5	9,5	$2,4 \cdot 10^5$
14	4700	146	7	10	23,6	9,5	$2,3 \cdot 10^5$
15	4600	146	8	10	26,7	9,5	$2,2 \cdot 10^5$
16	4500	146	9	10	29,8	9,5	$2,35 \cdot 10^5$
17	5500	146	10	10	32,8	9,5	$2,4 \cdot 10^5$
18	5300	146	11	10	35,6	9,5	$2,33 \cdot 10^5$
19	5000	140	6	10	20,5	9,5	$2,23 \cdot 10^5$
20	4800	140	7	10	23,6	9,5	$2,43 \cdot 10^5$

Задача №3. Визначити мінімальну товщину стінки колони НКТ для спуску у свердловину якщо відомо: глибина спуску колони (L), густина матеріалу труб (ρ_m), зовнішній діаметр колони (D), допустиме навантаження в точці підвіски (G):

№ варіанту	Глибина спуску колони, м	Густина матеріалу труб, кг/м ³	Зовнішній діаметр колони, мм	допустиме навантаження в точці підвіски, Н
1	3800	7850	48,3	$6,1 \times 10^4$
2	3900	7860	60,3	$6,2 \times 10^4$
3	3700	7840	73,0	$6,3 \times 10^4$
4	4800	7870	73,0	$6,4 \times 10^4$
5	5600	7880	88,9	$6,15 \times 10^4$
6	4900	7890	101,6	$6,22 \times 10^4$
7	5100	7830	48,3	$6,18 \times 10^4$
8	4400	7850	60,3	$6,14 \times 10^4$
9	4300	7860	73,0	$6,1 \times 10^4$
10	5600	7840	73,0	$6,2 \times 10^4$
11	5100	7870	88,9	$6,3 \times 10^4$
12	4900	7880	101,6	$6,4 \times 10^4$
13	4800	7890	48,3	$6,15 \times 10^4$
14	4700	7830	60,3	$6,22 \times 10^4$
15	4600	7850	73,0	$6,18 \times 10^4$
16	4500	7860	73,0	$6,14 \times 10^4$
17	5500	7840	88,9	$6,1 \times 10^4$
18	5300	7870	101,6	$6,2 \times 10^4$
19	5000	7880	60,3	$6,3 \times 10^4$
20	4800	7890	73,0	$6,4 \times 10^4$

Задача №4. Визначити навантаження в точці підвішування НКТ, спущених в свердловину заповнену вуглеводневим конденсатом густиною (ρ_k),. Глибина спуску колони НКТ (L), діаметр НКТ (d), густина матеріалу труб (ρ_m).

№ варіанту	Густина конденсату, кг/м ³	Глибина спуску колони, м	Густина матеріалу труб, кг/м ³	Зовнішній діаметр колони, мм
1	760	3800	7850	48,3
2	762	3900	7860	60,3
3	780	3700	7840	73,0
4	790	4800	7870	73,0
5	786	5600	7880	88,9
6	777	4900	7890	101,6
7	780	5100	7830	48,3
8	784	4400	7850	60,3
9	775	4300	7860	73,0
10	769	5600	7840	73,0
11	760	5100	7870	88,9
12	762	4900	7880	101,6
13	780	4800	7890	48,3
14	790	4700	7830	60,3
15	786	4600	7850	73,0
16	777	4500	7860	73,0
17	780	5500	7840	88,9
18	784	5300	7870	101,6
19	775	5000	7880	60,3
20	769	4800	7890	73,0

Питання для контролю знань та обговорення

1. Що розуміють під конструкцією свердловини?
2. Опишіть для чого призначена експлуатаційна колона.
3. Що таке критична швидкість руху газу?
4. Яке призначення кондуктора та технічної колони?