

ЗАДАЧІ З РОЗВІДУВАЛЬНОГО БУРІННЯ

Задача 1. Вибрати колону ОБТ і визначити довжину її при безкеровому бурінні з промиванням свердловини глинистим розчином з густиною $\rho_p = 1200 \text{ кг/м}^3$. Діаметр свердловини $D = 93 \text{ мм}$, осьове навантаження $C = 2000 \text{ даН}$, довжина свічі $l_1 = 13,5 \text{ м}$.

Розв'язання

Для буріння свердловини у вказаних умовах приймаємо ОБТ-Р-73. Вага 1 м цих труб $q_{1\text{м}} = 25,3 \text{ даН}$ (табл. 4.7).

Довжину колони визначаємо за формулою

$$L_{\text{ОБТ}} = \frac{kC}{q_{1\text{м}} \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right)},$$

де $k = 1,25$ – коефіцієнт збільшення довжини ОБТ для додаткового розтягання бурильних труб; ρ_m – щільність матеріалу труб, для сталі $\rho_m = 7850 \text{ кг/м}^3$.

Підставивши дані, отримаємо

$$L_{\text{ОБТ}} = \frac{1,25 \cdot 2000}{25,3 \cdot \left(1 - \frac{1200}{7850} \right)} = 117 \text{ м.}$$

Кількість свічок ОБТ

$$n = \frac{L_{\text{ОБТ}}}{l_1} = \frac{117}{13,5} = 8,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо 9 свічок. Довжина ОБТ складе $L_{\text{ОБТ}} = n l_1 = 9 \cdot 13,5 = 121,5 \text{ м}$.

Завдання

Вибрати колону ОБТ і розрахувати її довжину для таких умов:

Таблиця.1

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С, даН	800	1200	1500	1000	1300	1200	1500	1200	900	1400
ρ_p , кг/м ³	1000	1050	1150	1100	1200	1100	1050	1250	1150	1050
D, мм	76	93	132	112	93	76	132	112	76	93
l ₁ , м	9	13,5	18	13,5	9	18	13,5	9	18	13,5

Задача 2. Вибрати твердосплавну коронку, бурильні труби, колонковий снаряд і визначити рекомендовані параметри режиму буріння по гіпсу (V категорія за буримістю, 1 група за абразивністю). Діаметр свердловини 93 мм. Бутова установка УКБ-5П.

Розв'язання

Для буріння свердловини по гіпсу приймаємо коронку СМЗ-93 (табл. 4.2). Її конструктивні параметри такі: зовнішній діаметр $D_3 = 93$ мм, внутрішній діаметр $D_B = 75$ мм, кількість основних різців $m = 8$.

Діаметр бурильних труб підбираємо за співвідношенням

$$d_{\text{бр}} = \varphi D_3,$$

де φ – раціональна величина співвідношення між діаметром бурильних труб та діаметром свердловини, приймаємо бурильні труби муфто-замкового з'єднання, для яких $\varphi = 0,60$.

$$d_{\text{бр}} = 0,6 \cdot 93 = 55,8 \text{ мм.}$$

Відповідно до ДСТ на бурильні труби приймаємо бурильну колону СБТМ-50 (табл. 4.4). Діаметр колонкової труби 89 мм (табл. 4.13). Перехідник П1-50/89 (табл. 4.12). Керновідривач для твердосплавного буріння коронкою діаметром 93 мм (табл. 4.9).

Осьове навантаження на коронку визначаємо за формулою

$$C = C_0 m,$$

де C_0 – питома навантаження на один основний різець, для заданих вихідних даних $C_0 = 80$ даН (табл. 4.2).

Тоді

$$C = 80 \cdot 8 = 640 \text{ даН.}$$

Отримане значення осьового навантаження приймаємо кратним 50 даН, тобто $C = 650$ даН.

Частоту обертання бурового снаряда визначимо як

$$n = \frac{60 V_{\text{кол}}}{\pi D_c}, \text{ хв}^{-1},$$

де $V_{\text{кол}}$ – колова швидкість руху різця, для заданих вихідних даних, $V_{\text{кол}} = 1,3$ м/с (табл. 4.2); D_c – середній діаметр коронки, м,

$$D_c = \frac{D_3 + D_B}{2} = \frac{93 + 75}{2} = 84 \text{ мм} = 0,084 \text{ м.}$$

Тоді частота обертання

$$n = \frac{60 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 0,084} = 296 \text{ хв}^{-1}.$$

Відповідно до технічної характеристики бурової установки УКБ-5П приймаємо $n = 260$ хв⁻¹ (табл. 6.1).

Витрату промивальної рідини знаходимо за формулою

$$Q = q_{\text{пит}} D_3, \text{ л/хв,}$$

де $q_{\text{пит}}$ – питома об'ємна витрата на 1 мм діаметра, для заданих вихідних даних $q_{\text{пит}} = 1,1$ л/хв (табл. 4.2).

Тоді маємо

$$Q = 1,1 \cdot 93 = 102,3 \text{ л/хв.}$$

Відповідно до технічної характеристики бурового насоса НБ4-320/63 (табл. 6.2), яким оснащена бурова установка УКБ-5П (табл. 6.1), витрата промивальної рідини $Q = 105$ л/хв.

Завдання

Вибрати буровий снаряд і визначити рекомендовані параметри режиму буріння для таких умов:

Таблиця 2

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Діаметр свердловини, мм	Порода	Категорія за буримістю	Група за абразивністю	Бурова установка
1	132	Суглинок	II	1	УКБ-200/300С
2	112	Доломіт	VI	2	УКБ-4П
3	93	Вапняк	IV	3	СКТО-65
4	76	Глина	III	1	УКБ-7П
5	59	Гнейс	VIII	4	УКБ-8
6	132	Глинистий сланець	V	2	УКБ-200/300С
7	112	Пісковик	VII	4	СКТО-75
8	93	Мергель	II	1	УКБ-7П
9	76	Алевроліт	V	2	УКБ-5П
10	59	Аргіліт	VI	1	УКБ-4П

Задача 3. Вибрати алмазну коронку, бурильні труби, колонковий снаряд і визначити рекомендовані параметри режиму буріння джеспіліту (XI категорія за буримістю, 5 група за абразивністю). Діаметр свердловини 59 мм. Бурова установка УКБ-4П.

Розв'язання

Враховуючи умови буріння, вибираємо алмазну імпрегновану коронку 02И4-59 (табл. 4.1). Її конструктивні параметри: зовнішній діаметр $D_3 = 59$ мм, внутрішній діаметр $D_в = 42$ мм, робоча площа торця $S = 8,5$ см².

Діаметр бурильних труб підбираємо за співвідношенням

$$d_{\text{бр}} = \varphi D_3,$$

де φ – раціональна величина співвідношення між діаметром бурильних труб та діаметром свердловини, приймаємо бурильні труби ніпельного з'єднання, для яких $\varphi = 0,9$.

$$d_{\text{бр}} = 0,9 \cdot 59 = 53,1 \text{ мм.}$$

Відповідно до ДСТ на бурильні труби приймаємо бурильну колону СБТН-54 (табл. 4.4). Діаметр колонкової труби 57 мм (табл. 4.16). Перехідник П0-54/57 (табл. 4.11). Керновідривач К-59 (табл. 4.10). Розширювач РМВ-2-59 (табл. 4.14).

Осьове навантаження на коронку визначаємо за формулою

$$C = C_0 S,$$

де C_0 – питоме осьове навантаження на робочий торець коронки, для заданих вихідних даних $C_0 = 115$ даН/см² (табл. 4.1).

Тоді

$$C = 115 \cdot 8,5 = 978 \text{ даН.}$$

Отримане значення осьового навантаження приймаємо кратним 50 даН, тобто $C = 1000$ даН.

Частоту обертання бурового снаряда визначимо як

$$n = \frac{60V_{\text{кол}}}{\pi D_c}, \text{ хв}^{-1},$$

де $V_{\text{кол}}$ – колова швидкість руху алмаза, для заданих вихідних даних, $V_{\text{кол}} = 2 \text{ м/с}$ (табл. 4.1); D_c – середній діаметр коронки, м,

$$D_c = \frac{D_z + D_v}{2} = \frac{59 + 42}{2} = 50,5 \text{ мм} = 0,0505 \text{ м}.$$

Тоді частота обертання

$$n = \frac{60 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,0505} = 757 \text{ хв}^{-1}.$$

Відповідно до технічної характеристики бурової установки УКБ-4П приймаємо $n = 710 \text{ хв}^{-1}$ (табл. 6.1).

Витрату промивальної рідини знаходимо за формулою

$$Q = q_{\text{пит}} D_z, \text{ л/хв},$$

де $q_{\text{пит}}$ – питома об'ємна витрата на 1 мм діаметра, для заданих вихідних даних $q_{\text{пит}} = 0,5 \text{ л/хв}$ (табл. 4.1).

Тоді маємо

$$Q = 0,5 \cdot 59 = 29,5 \text{ л/хв}.$$

Відповідно до технічної характеристики бурового насоса НБЗ-120/40 (табл. 6.2), яким оснащена бурова установка УКБ-4П (табл. 6.1), витрата промивальної рідини $Q = 19 \text{ л/хв}$.

Завдання

Вибрати буровий снаряд і визначити рекомендовані параметри режиму буріння для таких умов:

Таблиця 22.3

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Діаметр свердловини, мм	Порода	Категорія за буримістю	Група за абразивністю	Бурова установка
1	59	Сієніт	ІХ	5	УКБ-200/300С
2	76	Кварцит	Х	4	УКБ-4П
3	46	Гнейс	VІІІ	3	СКТО-65
4	93	Роговик	ХІ	5	УКБ-7П
5	46	Граніт	Х	4	УКБ-8
6	59	Пісковик	VІ	4	УКБ-200/300С
7	46	Базальт	ІХ	3	СКТО-75
8	76	Скарн	VІІІ	3	УКБ-7П
9	93	Джеспіліт	ХІІ	6	УКБ-5П
10	59	Дуніт	Х	5	УКБ-4П

Задача 4. Вибрати бурове долото, ОБТ і визначити рекомендовані параметри режиму буріння аргіліту (VI категорія за буримістю, 1 група за абразивністю). Діаметр свердловини 132 мм. Бурова установка УКБ-7П. Діаметр бурильних труб 50 мм. Густина промивальної рідини 1200 кг/м³.

Розв'язання

Враховуючи умови буріння, вибираємо шарошкове долото Ш132С-ЦВ-2 (табл. 4.3).

Згідно з технічною характеристикою ОБТ (табл. 4.7) приймаємо ОБТС1-120. Вага 1 м цих труб дорівнює 63,5 кг.

Осьове навантаження на долото визначаємо за формулою

$$C = C_0 D_D,$$

де C_0 – питома навантаження на 1 см долота, для заданих вихідних даних $C_0 = 225$ даН/см (табл. 8.1); D_D – діаметр долота, см,

$$C = 225 \cdot 13,2 = 2970 \text{ даН.}$$

Отримане значення осьового навантаження приймаємо кратним 50 даН, тобто $C = 3000$ даН.

Навантаження C створюємо колоною ОБТ, довжина якої визначається з виразу

$$L_{\text{ОБТ}} = \frac{kC}{q_{1\text{м}} \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m} \right)},$$

де $k = 1,25$ – коефіцієнт збільшення довжини ОБТ для додаткового розтягання бурильних труб; $q_{1\text{м}}$ – вага 1 м ОБТ, даН; ρ_p – густина промивальної рідини, кг/м³; ρ_m – щільність матеріалу бурильних труб ($\rho_m = 7850$ кг/м³).

$$L_{\text{ОБТ}} = \frac{1,25 \cdot 3000}{63,5 \cdot \left(1 - \frac{1200}{7850} \right)} = 69,7 \text{ м.}$$

Враховуючи довжину свічі бурової щогли БМТ-7 (табл. 6.3), якою обладнана установка УКБ-7П (табл. 6.1), приймаємо довжину колони ОБТ $L_{\text{ОБТ}} = 74$ м (4 свічі).

Частоту обертання долота визначаємо за формулою

$$n = \frac{60V_{\text{кол}}}{\pi D_D}, \text{ хв}^{-1}.$$

Колову швидкість обертання приймаємо $V_{\text{кол}} = 1,2$ м/с (табл. 8.1). Тоді

$$n = \frac{60 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 0,132} = 174 \text{ хв}^{-1}.$$

Враховуючи технічну характеристику бурової установки УКБ-7П (табл. 6.1) і точність вимірювань контрольно-вимірювальних приладів, приймаємо $n = 170$ хв⁻¹.

Витрату промивальної рідини визначимо за формулою

$$Q = V_{\text{вп}} \frac{\pi}{4} (D_D^2 - d_{\text{от}}^2) \text{ м}^3/\text{с},$$

де $V_{\text{вп}}$ – швидкість висхідного потоку промивальної рідини, для заданих вихідних даних рекомендовано значення $V_{\text{вп}} = 0,8$ м/с (табл. 8.1), але, враховуючи діаметр

свердловини, для зменшення розрахункової величини Q знижуємо $V_{\text{вп}}$ до 0,5 м/с; $D_{\text{д}}$, $d_{\text{бт}}$ – діаметри відповідно долота і бурильних труб, м.

Тоді

$$Q = 0,5 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,132^2 - 0,05^2) = 0,0053 \text{ м}^3/\text{с} = 316 \text{ л/хв.}$$

Відповідно до технічної характеристики бурового насоса НБ4-320/63 (табл. 6.2), яким оснащена бурова установка УКБ-7П (табл. 6.1), витрата промивальної рідини $Q = 320$ л/хв.

Завдання

Вибрати бурове долото, ОБТ і визначити рекомендовані параметри режиму буріння для таких умов:

Таблиця 4

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Діаметр свердловини, мм	Порода	Категорія за буримістю	Група за абразивністю	Бурова установка	Діаметр бурильних труб, мм	Густина промивальної рідини, кг/м ³
1	151	Глина	IV	1	СКТО-65	73	1250
2	132	Пісок	I	2	СКТО-75	73	1300
3	112	Крейда	III	1	УКБ-7П	50	1200
4	93	Роговик	XI	6	УКБ-5П	63,5	1000
5	76	Вапняк	VIII	3	УКБ-4П	50	1100
6	76	Пісковик	VII	4	УКБ-200/300С	50	1100
7	93	Алевроліт	VI	2	УКБ-4П	63,5	1200
8	112	Мармур	VII	3	СКТО-65	50	1150
9	132	Суглинок	II	1	УКБ-7П	63,5	1200
10	151	Мергель	III	2	УКБ-8	73	1250

Задача 5. Розрахувати навантаження на гак бурової установки УКБ-4П і перевірити її щоглу на вантажопідйомність для таких умов: бурильна колона СБТМ-50, довжина бурильної колони 250 м, обваженні бурильні труби ОБТ-Р-73, довжина ОБТ 38 м. Густина промивальної рідини 1200 кг/м³.

Розв'язання

Навантаження на гак бурової установки

$$Q_{\text{г}} = k_{\text{п}} \left(1 - \frac{\rho_{\text{р}}}{\rho_{\text{м}}} \right) \cdot (\alpha q_1 L_1 + q_{\text{ОБТ}} L_{\text{ОБТ}}),$$

де $k_{\text{п}} = 1,3-1,5$ – коефіцієнт, що враховує можливий прихват бурового снаряда, приймаємо $k_{\text{п}} = 1,4$; α – коефіцієнт, що враховує збільшення ваги бурильних труб за рахунок з'єднань, для муфто-замкових труб $\alpha = 1,1$; q_1 , $q_{\text{ОБТ}}$ – відповідно вага 1 м гладкої частини бурильних труб і ОБТ, для заданих вихідних даних $q_1 = 60,4$ Н (табл. 4.4), $q_{\text{ОБТ}} = 253$ Н (табл. 4.7); L_1 , $L_{\text{ОБТ}}$ – відповідно довжина колони бурильних труб і ОБТ, м; $\rho_{\text{р}}$ – густина промивальної рідини, кг/м³; $\rho_{\text{м}}$ – щільність матеріалу бурильних труб (для сталі $\rho_{\text{м}} = 7850$ кг/м³).

Тоді

$$Q_r = 1,4 \cdot \left(1 - \frac{1200}{7850}\right) \cdot (1,1 \cdot 60,4 \cdot 250 + 253 \cdot 38) \approx 31100 \text{ Н} = 31,1 \text{ кН.}$$

Вантажопідйомність щогли БМТ-4 (табл. 6.3), якою обладнана бурова установка УКБ-4П (табл. 6.1), дорівнює 32 кН. Таким чином, бурова установка УКБ-4П відповідає вимогам щодо вантажопідйомності щогли.

Завдання

Розрахувати навантаження на гак бурової установки і перевірити її щоглу на вантажопідйомність для таких умов:

Таблиця 5

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Тип бурильних труб	Довжина бурильних труб, м	Тип ОБТ	Довжина ОБТ, м	Густина промивальної рідини, кг/м ³	Бурова установка
1	СБТМ-42	1000	ОБТ-Р-73	55,5	1200	СКТО-75
2	СБТМ-50	800	ОБТ-РПУ-89	74	1250	УКБ-7П
3	СБТМ-63,5	350	ОБТС1-120	54	1100	УКБ-5П
4	СБТМ-73	1300	ОБТ-146	55,5	1150	УКБ-8
5	ЛБТН-54	150	ОБТ-108П	38	1040	УКБ-200/300С
6	СБТН-33,5	2000	–	–	1060	УКБ-7П
7	СБТН-42	160	ОБТ-Р-73	28,5	1020	УКБ-200/300С
8	СБТН-50	250	ОБТ-РПУ-89	38	1030	УКБ-4П
9	СБТН-54	600	–	–	1000	СКТО-65
10	СБТН-68	220	ОБТ-104,8	47,5	1050	УКБ-4П

Задача 6. Розрахувати кількість струн талевої системи, якщо навантаження на гак бурової установки УКБ-5П дорівнює 40000 Н.

Розв'язання

Необхідна кількість струн талевої системи

$$m = \frac{Q_r}{P_{\text{л}} \eta_{\text{тс}}},$$

де Q_r – навантаження на гак бурової установки; $P_{\text{л}}$ – вантажопідйомність лебідки, для заданих вихідних даних $P_{\text{л}} = 35000 \text{ Н}$ (табл. 6.1); $\eta_{\text{тс}}$ – коефіцієнт корисної дії талевої системи, для двострунної оснастки $\eta_{\text{тс}} = 0,94$.

Підставляємо числові значення

$$m = \frac{40000}{35000 \cdot 0,94} = 1,2.$$

Приймаємо двострунну талеву систему.

Завдання

Розрахувати кількість струн талевої системи для таких умов:

Таблиця 6

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Бурова установка	Навантаження на гак, Н	Варіант	Бурова установка	Навантаження на гак, Н
1	УКБ-8	250000	6	УКБ-200/300С	15000
2	УКБ-200/300С	30000	7	СКТО-75	75000
3	УКБ-7П	140000	8	УКБ-7П	90000
4	СКТО-65	50000	9	УКБ-5П	40000
5	УКБ-4П	60000	10	УКБ-8	130000

Задача 7. Розрахувати глибину буріння на прямому канаті для таких умов: бурова установка УКБ-8, густина промивальної рідини 1050 кг/м^3 , бурильні труби ЛБТН-68.

Розв'язання

Глибина буріння на прямому канаті

$$L = \frac{P_{\text{л}} \eta_{\text{тс}}}{k_{\text{п}} \alpha q_1 \left(1 - \frac{\rho_{\text{р}}}{\rho_{\text{м}}} \right)},$$

де $P_{\text{л}}$ – вантажопідйомність лебідки, для заданих вихідних даних $P_{\text{л}} = 80000 \text{ Н}$ (табл. 6.1); $\eta_{\text{тс}}$ – коефіцієнт корисної дії талевої системи, для однострунної оснастки $\eta_{\text{тс}} = 0,96$; $k_{\text{п}} = 1,3-1,5$ – коефіцієнт, що враховує можливий прихват бурового снаряда, приймаємо $k_{\text{п}} = 1,4$; α – коефіцієнт, що враховує збільшення ваги бурильних труб за рахунок з'єднань, для ніпельних $\alpha=1,05$; q_1 – вага 1 м гладкої частини бурильних труб, для заданих вихідних даних $q_1 = 48,2 \text{ Н}$ (табл. 4.8); $\rho_{\text{р}}$ – густина промивальної рідини, кг/м^3 ; $\rho_{\text{м}}$ – щільність матеріалу бурильних труб, для сплаву Д16Т $\rho_{\text{м}} = 2800 \text{ кг/м}^3$.

Підставляємо числові значення

$$L = \frac{80000 \cdot 0,96}{1,4 \cdot 1,05 \cdot 48,2 \cdot \left(1 - \frac{1050}{2800} \right)} = 1734 \text{ м.}$$

Тобто з цієї глибини необхідно переходити на двострунну талеvu систему.

Завдання

Розрахувати глибину буріння на прямому канаті для таких умов:

Таблиця 7

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Тип бурильних труб	Густина промивальної рідини, кг/м^3	Бурова установка	Варіант	Тип бурильних труб	Густина промивальної рідини, кг/м^3	Бурова Установка
1	СБТМ-42	1200	СКТО-75	6	СБТМ-63,5	1100	УКБ-5П
2	СБТМ-50	1250	УКБ-7П	7	СБТМ-73	1150	УКБ-8
3	СБТН-50	1030	УКБ-4П	8	ЛБТН-54	1040	УКБ-200/300С
4	СБТН-54	1000	СКТО-65	9	СБТН-33,5	1060	УКБ-7П
5	СБТН-68	1050	УКБ-4П	10	СБТН-42	1020	УКБ-200/300С

Задача 8. Розрахувати робоче навантаження на кронблок вишки ВРМ-24/540 і перевірити її на вантажопідйомність для таких умов: навантаження на гак бурової установки 20000 Н, кількість струн талевої оснастки 2.

Розв'язання

Робоче навантаження на вишку для парної кількості рухомих струн

$$Q_0 = Q_r \left(1 + \frac{2}{m\eta_{тс}} \right),$$

де Q_r – навантаження на гак бурової установки; m – кількість струн талевої системи; $\eta_{тс}$ – коефіцієнт корисної дії талевої системи, для двострунної оснастки $\eta_{тс} = 0,94$.

Підставляємо числові значення

$$Q_0 = 20000 \cdot \left(1 + \frac{2}{2 \cdot 0,94} \right) \approx 41300 \text{ Н.}$$

Номінальне навантаження на кронблок вишки ВРМ-24/540 дорівнює 540000 Н (табл. 6.3). Таким чином, бурова вишка ВРМ-24/540 відповідає вимогам щодо вантажопідйомності вишки.

Завдання

Розрахувати робоче навантаження на кронблок вишки і перевірити її на вантажопідйомність для таких умов:

Таблиця 8

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Тип вишки	Навантаження на гак, Н	Кількість струн талевої системи, шт.	Варіант	Тип вишки	Навантаження на гак, Н	Кількість струн талевої системи, шт.
1	ВРМ-24/540	22000	4	6	ВРМ-24/30	13000	4
2	ВРМ-24/30	10000	3	7	ВРМ-26/540	17000	3
3	ВРМ-26/540	25000	2	8	ВРМ-24/30	9000	2
4	ВРМ-24/30	12000	2	9	ВРМ-26/540	24000	4
5	ВРМ-26/540	18000	3	10	ВРМ-24/540	19000	2

Задача 9. Розрахувати кількість матеріалів, що підуть на приготування глинистого розчину для буріння свердловини за таких умов: діаметр кондуктора 89 мм, довжина кондуктора 50 м, діаметр необсадженої частини 76 мм, довжина необсадженої частини 550 м. Густина глинистого розчину 1250 кг/м³. Породи середньотріщинуваті.

Розв'язання

Об'єм глинистого розчину V для буріння свердловини

$$V = V_c + V_p + V_v,$$

де V_c – об'єм свердловини, м; V_p – об'єм розчину для заповнення резервуара (відстійників і жолобної системи) для зберігання промивальної рідини, $V_p = 2-5 \text{ м}^3$; V_v – втрати глинистого розчину в свердловині, обумовлені тріщинуватістю порід, $V_p = (2-5) \cdot V_c$ і більше.

$$V_c = \frac{\pi}{4} (D_k^2 H_k + D_{необ}^2 H_{необ}),$$

де D_k , $D_{необ}$ – відповідно внутрішній діаметр кондуктора і діаметр необсадженої ділянки свердловини, м; внутрішній діаметр кондуктора $D_k = 79$ мм (табл. 4.15), H_k , $H_{необ}$ – довжини відповідно кондуктора і необсадженої ділянки свердловини, м.

$$V_c = 0,785 \cdot (0,079^2 \cdot 50 + 0,076^2 \cdot 550) \approx 3,5 \text{ м}^3.$$

Об'єм розчину для заповнення резервуара приймаємо $V_p = 4 \text{ м}^3$; втрати глинистого розчину $V_b = 3 \cdot 3,5 = 10,5 \text{ м}^3$.

Тоді об'єм глинистого розчину для буріння свердловини

$$V = 3,5 + 4 + 10,5 = 18 \text{ м}^3.$$

Кількість глини і води для приготування розчину визначимо як

$$Q = q_1 V, \text{ кг},$$

де q_1 – вагова кількість компонентів, потрібна для приготування 1 м^3 розчину, кг.

Об'єм глини для приготування 1 м^3 розчину

$$q_{г1} = \frac{\rho_r (\rho_p - \rho_b)}{\rho_r - \rho_b}, \text{ м}^3,$$

де ρ_p , ρ_b – густина відповідно глинистого розчину і води, кг/м^3 ; ρ_r – щільність глини, кг/м^3 , $\rho_r = 2500 \text{ кг/м}^3$.

$$V_{г1} = \frac{2500 \cdot (1250 - 1000)}{2500 - 1000} = 416,7 \text{ кг}.$$

Вага води для приготування 1 м^3 розчину

$$q_{в1} = \frac{\rho_b (\rho_r - \rho_{гр})}{\rho_r - \rho_b} = \frac{1000 \cdot (2500 - 1250)}{2500 - 1000} = 833,3 \text{ кг}.$$

Вага глини для буріння заданої свердловини

$$Q_r = 416,7 \cdot 18 = 7500 \text{ кг}.$$

Вага води для буріння заданої свердловини

$$Q_b = 833,3 \cdot 18 = 15000 \text{ кг}.$$

Завдання

Розрахувати кількість матеріалів для приготування глинистого розчину для буріння свердловини для таких умов:

Таблиця 9

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Діаметр кондуктора, мм	Довжина кондуктора, м	Діаметр необсадженої частини, мм	Довжина необсадженої частини, м	Густина промивальної рідини, кг/м^3	Ступінь тріщинуватості порід
1	146	60	112	950	1060	Середній
2	127	35	112	460	1120	Сильний
3	108	45	93	680	1140	Слабий
4	89	80	76	570	1300	Монолітні
5	73	25	46	1120	1350	Сильний
6	146	50	132	430	1200	Середній
7	127	40	93	860	1250	Сильний
8	108	65	76	770	1100	Слабий
9	89	30	59	1030	1180	Монолітні
10	73	70	59	910	1040	Середній

Задача 10. Розрахувати необхідну кількість матеріалів, тиск для продавлювання цементного розчину та час цементування свердловини з двома розділювальними пробками для таких умов: діаметр кондуктора 127 мм, довжина кондуктора 50 м, діаметр обсадної колони, що цементується, 89 мм, довжина колони 300 м, довжина інтервалу цементування 300 м, діаметр свердловини в інтервалі колони 112 мм. Цементування здійснюється буровим насосом НБ4-320/63. Водоцементний фактор 0,5. Густина продавлювальної рідини 1200 кг/м³.

Розв'язання

Об'єм цементного розчину визначаємо за формулою

$$V_{ц.р} = 0,785 [(D_{к.вн}^2 - d_3^2) H_k + (D_c^2 - d_3^2) k H_c + d_b^2 h], \text{ м}^3,$$

де $D_{к.вн}$ – внутрішній діаметр кондуктора, для труб із зовнішнім діаметром 127 мм внутрішній діаметр дорівнює 117 мм (табл. 4.15); H_k – довжина кондуктора, м; D_c – діаметр свердловини, м; d_3 – зовнішній діаметр обсадних труб, м; d_b – внутрішній діаметр обсадних труб, $d_b = 79$ мм (табл. 4.15); $k = 1,1-1,3$ – коефіцієнт, який враховує втрати цементного розчину через наявність каверн у свердловині, приймаємо $k = 1,2$; H_c – вихід колони, що цементується, з-під башмака кондуктора; $h = 5-10$ м – висота цементного стакана, приймаємо $h = 8$ м.

$$V_{ц.р} = 0,785 \cdot [(0,117^2 - 0,089^2) \cdot 50 + (0,112^2 - 0,089^2) \cdot 1,2 \cdot 250 + 0,079^2 \cdot 8] = 1,35 \text{ м}^3.$$

Необхідна кількість сухого цементу для приготування цементного розчину

$$Q_{ц} = k_0 \frac{\gamma_v \gamma_{ц}}{\gamma_v + m \gamma_{ц}} V_{ц.р}, \text{ кг},$$

де $\gamma_{ц}$ – щільність сухого цементу ($\gamma_{ц} = 3150$ кг/м³); γ_v – густина води, кг/м³; m – водоцементний фактор; $k_0 = 1,1-1,15$ – коефіцієнт, який враховує втрати сухого цементу при приготуванні розчину, приймаємо $k_0 = 1,15$.

$$Q_{ц} = 1,15 \cdot \frac{1000 \cdot 3150}{1000 + 0,5 \cdot 3150} \cdot 1,35 = 1900 \text{ кг}.$$

Об'єм води для приготування цементного розчину

$$V_v = Q_{ц} m, \text{ л}.$$

$$V_v = 1900 \cdot 0,5 = 950 \text{ л} = 0,95 \text{ м}^3.$$

Для продавлювання цементного розчину необхідно закачувати продавлювальну рідину в об'ємі

$$V_{п.р} = 0,785 k_p d_b^2 (L - h), \text{ м}^3,$$

де L – глибина свердловини; k_p – коефіцієнт, який враховує стиснення рідини, для глинистого розчину $k_p = 1,05$.

$$V_{п.р} = 0,785 \cdot 1,05 \cdot 0,079^2 \cdot (300 - 8) = 1,5 \text{ м}^3.$$

Тиск, необхідний для продавлювання цементного розчину

$$p = 0,01 \cdot (H - h) \cdot (\gamma_{ц.р} - \gamma_p) + 0,001L + 0,8, \text{ МПа},$$

де H – довжина інтервалу цементування; $\gamma_{ц.р}$ – густина цементного розчину, т/м³; γ_p – густина продавлювальної рідини, т/м³.

$$\gamma_{ц.р} = \frac{\gamma_v \gamma_{ц} (1 + m)}{\gamma_v + m \gamma_{ц}}.$$

Підставляємо числові значення

$$\gamma_{ц.р} = \frac{1000 \cdot 3150 \cdot (1 + 0,5)}{1000 + 0,5 \cdot 3150} = 1835 \text{ кг/м}^3 = 1,835 \text{ т/м}^3.$$

Тоді

$$p = 0,01 \cdot (300 - 8) \cdot (1,835 - 1,2) + 0,001 \cdot 300 + 0,8 = 2,95 \text{ МПа}.$$

Тиск, який розвиває насос НБ4-320/63, дорівнює 6,3 МПа (табл. 6.2), отже, він задовольняє вимоги, що поставлені до цементувального агрегату в заданих умовах.

Час, необхідний на цементування свердловин

$$t_{\text{цем}} = \frac{V_{\text{ц.р}} + V_{\text{п.р}}}{Q_{\text{ц.а}}} + t_{\text{доп}}, \text{ хв},$$

де $t_{\text{доп}} = 10-15$ хв – час, який витрачається на допоміжні операції; $Q_{\text{ц.а}}$ – продуктивність цементувального агрегату, продуктивність насосу НБ4-320/63 дорівнює 320 л/хв = 0,32 м³/хв (табл. 6.2).

$$t_{\text{цем}} = \frac{1,35 + 1,5}{0,32} + 15 \approx 24 \text{ хв}.$$

Час на цементування менший ніж час початку тужавіння, який дорівнює 3 год. Тобто вибраний для цементування буровий насос НБ4-320/63 забезпечить своєчасне цементування свердловини.

Завдання

Розрахувати необхідну кількість матеріалів, тиск для продавлювання цементного розчину та час цементування свердловини з двома розділювальними пробками для таких умов:

Таблиця 10

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Діаметр кондуктора, мм	Довжина кондуктора, м	Діаметр обсадної колони, мм	Довжина обсадної колони, м	Довжина інтервалу цементування, м	Діаметр свердловини, мм	Буровий насос	Водоцементний фактор	Густина продавлювальної рідини, кг/м ³
1	146	60	89	200	200	112	НБ4	0,4	1000
2	127	35	108	50	50	112	НБ3	0,45	1050
3	108	45	89	70	70	93	НБ3	0,5	1100
4	89	20	73	40	40	76	НБ3	0,55	1150
5	73	25	57	45	45	59	НБ3	0,6	1250
6	146	35	108	300	300	132	НБ5	0,4	1300
7	127	40	73	150	150	93	НБ4	0,45	1000
8	108	65	57	180	180	76	НБ4	0,5	1100
9	146	55	127	80	80	132	НБ3	0,55	1200
10	73	30	57	55	55	59	НБ3	0,6	1300

Задача 11. Розрахувати необхідну кількість матеріалів, для ліквідаційного тампонування свердловини для таких умов: діаметр кондуктора 127 мм, довжина кондуктора 50 м, довжина технічної обсадної колони, що зацементована

підбашмачним способом, 300 м, діаметр свердловини в інтервалі колони 112 мм, довжина необсадженого інтервалу свердловини 700 м, діаметр свердловини в необсадженому інтервалі 76 мм. Для цементування застосовують ОГР такого складу: нормальний глинистий розчин – 64 %, формалін – 11 %; ТС – 25 %.

Розв'язання

Перед початком ліквідаційного тампонування витягаємо технічну обсадну колону. Тоді об'єм тампонажного розчину визначаємо за формулою

$$V_{т.р} = 0,785 [D_{к.вн}^2 H_k + D_{с.к}^2 k H_{с.к} + D_{с.н}^2 k H_{с.н}], \text{ м}^3,$$

де $D_{к.вн}$ – внутрішній діаметр кондуктора, для труб зовнішнім діаметром 127 мм внутрішній діаметр дорівнює 117 мм (табл. 4.15); H_k – довжина кондуктора, м; $D_{с.к}$ – діаметр свердловини в інтервалі витягнутої технічної обсадної колони, м; $k = 1,1-1,3$ – коефіцієнт, який враховує втрати цементного розчину через наявність каверн у свердловині, приймаємо $k = 1,2$; $H_{с.к}$ – вихід технічної обсадної колони з-під башмака кондуктора; $D_{с.н}$ – діаметр необсадженого інтервалу свердловини, м; $H_{с.н}$ – довжина необсадженого інтервалу свердловини, м.

$$V_{т.р} = 0,785 \cdot [0,117^2 \cdot 50 + 0,112^2 \cdot 1,2 \cdot 250 + 0,076^2 \cdot 1,2 \cdot 700] = 7,3 \text{ м}^3.$$

Необхідна кількість глинистого розчину для приготування тампонажного розчину

$$V_{г.р} = k_{г.р} V_{т.р},$$

де $k_{г.р}$ – частка глинистого розчину в тампонажному розчині.

$$V_{г.р} = 0,64 \cdot 7,3 = 4,7 \text{ м}^3.$$

Аналогічно необхідна кількість формаліну і ТС-10

$$V_{ф} = k_{ф} V_{т.р} = 0,11 \cdot 7,3 = 0,8 \text{ м}^3;$$

$$V_{ТС-10} = k_{ТС-10} V_{т.р} = 0,25 \cdot 7,3 = 1,8 \text{ м}^3.$$

Завдання

Розрахувати необхідну кількість матеріалів для ліквідаційного тампонування свердловини за таких умов:

Таблиця 11

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	$D_{к.з}$, мм	H_k , м	$D_{с.к}$, м	$H_{с.к}$, мм	$D_{с.н}$, мм	$H_{с.н}$, мм	Тампонажний розчин	Водоцементний фактор
1	146	35	350	132	93	680	Цементний розчин	0,4
2	127	40	200	93	76	850	ОГР	–
3	108	65	250	93	76	960	Цементний розчин	0,5
4	89	30	550	76	59	1000	ОГР	–
5	73	55	450	59	46	720	Цементний розчин	0,6
6	146	60	400	132	112	550	ОГР	–
7	127	35	150	112	93	300	Глинисто-цементний розчин	–
8	108	45	300	76	59	640	ОГР	–
9	146	20	280	108	93	820	Цементний розчин	0,55
10	73	25	370	59	46	760	ОГР	–

Задача 12. Визначити механічну, рейсову, технічну, комерційну та циклову швидкості буріння для таких умов: глибина свердловини $L_{св} = 1000$ м, довжина рейсу $L_p = 5$ м. Час чистого буріння $T_{бур} = 500$ год; середній час на виконання спуско-підймальних і допоміжних робіт на 1 рейс, $T_{сп1} = 2$ год; тривалість усіх продуктивних додаткових робіт, $T_{дод} = 60$ год; тривалість непродуктивних витрат часу $T_{неп} = 40$ год; тривалість монтажу і демонтажу вишки і бурової установки, витягування обсадних труб та ліквідація свердловин $T_{вм} = 50$ год.

Розв'язання

Механічна швидкість буріння визначається за формулою:

$$V_m = \frac{L}{T_{бур}} = \frac{1000}{500} = 2 \text{ м/год.}$$

Кількість рейсів

$$N = \frac{L_{св}}{L_p} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ рейсів.}$$

Час чистого буріння рейсу

$$T_{бур.р} = \frac{T_{бур}}{N} = \frac{500}{200} = 2,5 \text{ год.}$$

Середня рейсова швидкість буріння:

$$V_p = \frac{L_p}{T_{бур.р} + T_{сп}} = \frac{L_p}{T_{бур} + T_{сп}} = \frac{5}{2,5 + 2} = 1,11, \text{ м/год.}$$

Технічна швидкість буріння:

$$V_t = \frac{L_{св}}{T_{бур} + T_{сп} + T_{дод}}, \text{ м/год.}$$

Тоді загальний час на спуско-підймальні й допоміжні роботи

$$T_{сп} = NT_{сп1} = 200 \cdot 2 = 400 \text{ год.}$$

Технічна швидкість буріння

$$V_t = \frac{1000}{500 + 400 + 60} = 1,04 \text{ м/год.}$$

Комерційна швидкість буріння

$$V_k = \frac{L_{св}}{T_{бур} + T_{сп} + T_{дод} + T_{неп}} = \frac{1000}{500 + 400 + 60 + 40} = 1 \text{ м/год.}$$

Циклова швидкість буріння

$$V_c = \frac{L_{св}}{T_{бур} + T_{сп} + T_{дод} + T_{неп} + T_{вм}} = \frac{1000}{500 + 400 + 60 + 40 + 50} = 0,95 \text{ м/год.}$$

Завдання

Визначити механічну, рейсову, технічну, комерційну та циклову швидкості буріння для таких умов:

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	L _{св} , м	L _р , м	T _{бур} , год	T _{сп1} , год	T _{дод} , год	T _{неп} , год	T _{вм} , год
1	500	3	300	1	30	50	30
2	600	4	250	1,2	35	30	35
3	700	5	200	1,4	40	70	40
4	800	6	350	1,6	45	150	40
5	900	3	250	1,8	50	80	35
6	1000	4	320	2	55	200	50
7	1100	5	450	2,2	60	60	45
8	1200	6	800	2,4	65	120	60
9	1300	4	650	2,7	70	250	55
10	1400	5	540	3	75	170	50

Задача 13. Розрахувати кількість бариту з щільністю 4400 кг/м³ для обважнення 7 м³ промивальної рідини густиною 1200 кг/м³ до густини 1800 кг/м³.

Розв'язання

Витрата обважнювача на 1 м³ вихідного розчину визначається за формулою

$$q = \frac{\rho_o (\rho_{op} - \rho_{вр})}{(\rho_o - \rho_{op})}, \text{ кг,}$$

де ρ_o , ρ_{op} , $\rho_{вр}$ – густина відповідно обважнювача, обважненої і вихідної промивальної рідини, кг/м³.

$$q = \frac{4600 \cdot (1800 - 1200)}{(4600 - 1800)} = 985,7 \text{ кг.}$$

Витрата на весь об'єм вихідного розчину

$$Q = Vq, \text{ кг,}$$

де V – об'єм вихідної промивальної рідини.

$$Q = 7 \cdot 985,7 = 6900 \text{ кг.}$$

Завдання

Розрахувати необхідну кількість бариту для обважнення промивальної рідини для таких умов:

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Об'єм вихідної промивальної рідини, м ³	Густина вихідної промивальної рідини, кг/м ³	Густина обважненої промивальної рідини, кг/м ³	Варіант	Об'єм вихідної промивальної рідини, м ³	Густина вихідної промивальної рідини, кг/м ³	Густина обважненої промивальної рідини, кг/м ³
1	5	1100	1800	6	6	1350	2300
2	10	1150	2100	7	7	1250	2200
3	15	1200	1900	8	11	1200	2000
4	8	1250	2150	9	12	1150	1800
5	9	1300	2250	10	14	1300	2150

Задача 14. Визначити параметри режиму ударно-канатного буріння для таких умов: діаметр двотаврового долота 198 мм, буріння ведеться у породах середньої твердості. Бурова установка "Амурец-6". До складу бурового снаряда входить розсувна штанга. Висота підйому снаряда над вибоєм 0,55 м.

Розв'язання

Необхідна маса робочої частини снаряда

$$Q_p = q_0 D,$$

де q_0 – відносна маса, при бурінні у середніх породах приймаємо $q_0 = 35$ кг/см, D – довжина леза долота, см.

$$Q_p = 35 \cdot 19,8 \approx 700 \text{ кг.}$$

Необхідна маса ударної штанги при роботі з розсувною штангою

$$q_2 = Q_p - (q_1 + 0,5q_3), \text{ кг,}$$

де q_1 – маса долота, для даних умов $q_1 = 70$ кг (табл. 9.2); q_3 – маса розсувної штанги, вибираємо розсувну штангу діаметром 140 мм, тоді $q_3 = 166$ кг (табл. 9.3).

$$q_2 = 700 - (70 + 0,5 \cdot 166) = 546 \text{ кг.}$$

Вибираємо гладкостовбурну ударну штангу діаметром 140 мм і довжиною 4 м, її маса дорівнює 464 кг (табл. 9.3).

Тоді маса робочої частини снаряда становитиме

$$Q_p = q_2 + q_1 + 0,5q_3 = 464 + 70 + 0,5 \cdot 166 = 622 \text{ кг.}$$

Частота ударів долота

$$n_y = 21\sqrt{b/S},$$

де b – прискорення падіння снаряда в свердловині, приймаємо $b = 6$ м/с², S – висота підйому снаряда

$$n_y = 21\sqrt{6/0,55} = 69 \text{ уд/хв.}$$

Враховуючи технічну характеристику бурової установки "Амурец-6", приймаємо 65 уд/хв (табл. 9.1).

Завдання

Визначити параметри режиму буріння для таких умов:

Таблиця 14

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	Тип долота	Діаметр долота, мм	Породи	Бурова установка	Розсувна штанга	Висота підйому, м
1	Плоске	148	М'які	"Амурец-6"	Є	0,5
2	Двотаврове	198	Середні	БУ-20-2М	Немає	0,7
3	Хрестове	248	Тверді	"Амурец-6"	Є	0,55
4	Заокруглювальне	298	Досить тверді	БУ-20-2М	Немає	0,6
5	Плоске	345	М'які	УГБ-3УК	Є	0,7
6	Двотаврове	395	Середні	УГБ-4УК	Немає	0,8
7	Заокруглювальне	445	Тверді	"Амурец-6"	Є	0,45
8	Хрестове	495	Досить тверді	БУ-20-2М	Немає	0,5
9	Двотаврове	595	Середні	УГБ-3УК	Є	0,8
10	Заокруглювальне	695	Тверді	УГБ-4УК	Немає	0,7

Задача 15. Побудувати проекцію викривленої свердловини для таких значень: глибина свердловини $L_{св}$, інтервал замірів Δl , кути закладання Θ_0, α_0 і результати замірів Θ_i, α_i на глибині L_i .

Таблиця 15

Вихідні дані

$L_{св}, м$	$\Delta l, м$	Кути закладання		Результати замірів на глибині L_i											
				L_1		L_2		L_3		L_4		L_5		L_6	
		Θ_0	α_0	Θ_1	α_1	Θ_2	α_2	Θ_3	α_3	Θ_4	α_4	Θ_5	α_5	Θ_6	α_6
1500	250	10	300	15	340	20	355	23	10	26	20	28	25	30	30

Розв'язання

Проведемо розрахунок приросту координат на відстані ΔL між точками заміру і координат X, Y, Z точок осі свердловини. Координати кожної точки

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X_i = X_{i-1} + \Delta l_i \sin \Theta_{i,ср} \cos \alpha_{i,ср};$$

$$Y_i = Y_{i-1} + \Delta Y_i = Y_{i-1} + \Delta l_i \sin \Theta_{i,ср} \sin \alpha_{i,ср};$$

$$Z_i = Z_{i-1} - \Delta Z_i = Z_{i-1} - \Delta l_i \cos \Theta_{i,ср},$$

де X, Y, Z – координати попередньої точки на осі свердловини, м; $\Delta (X, Y, Z)_i$ – координати на інтервалі Δl_i , м; $\Theta_{i,ср}, \alpha_{i,ср}$ – середні значення відповідно зенітного й азимутального кутів на інтервалі Δl_i , град.

$$\Theta(\alpha)_{i,ср} = \frac{Q(\alpha)_{i-1} + Q(\alpha)_i}{2}, \text{ град.}$$

При переході азимута свердловини через напрямок 0° розрахунок провадиться за формулою

$$\alpha_{i,ср} = \frac{\alpha_{i-1} \pm 360 + \alpha_i}{2}.$$

Значення координат устя свердловини X_0, Y_0, Z_0 умовно приймаються рівними нулю. Отримані дані заносимо в таблицю.

Таблиця 16

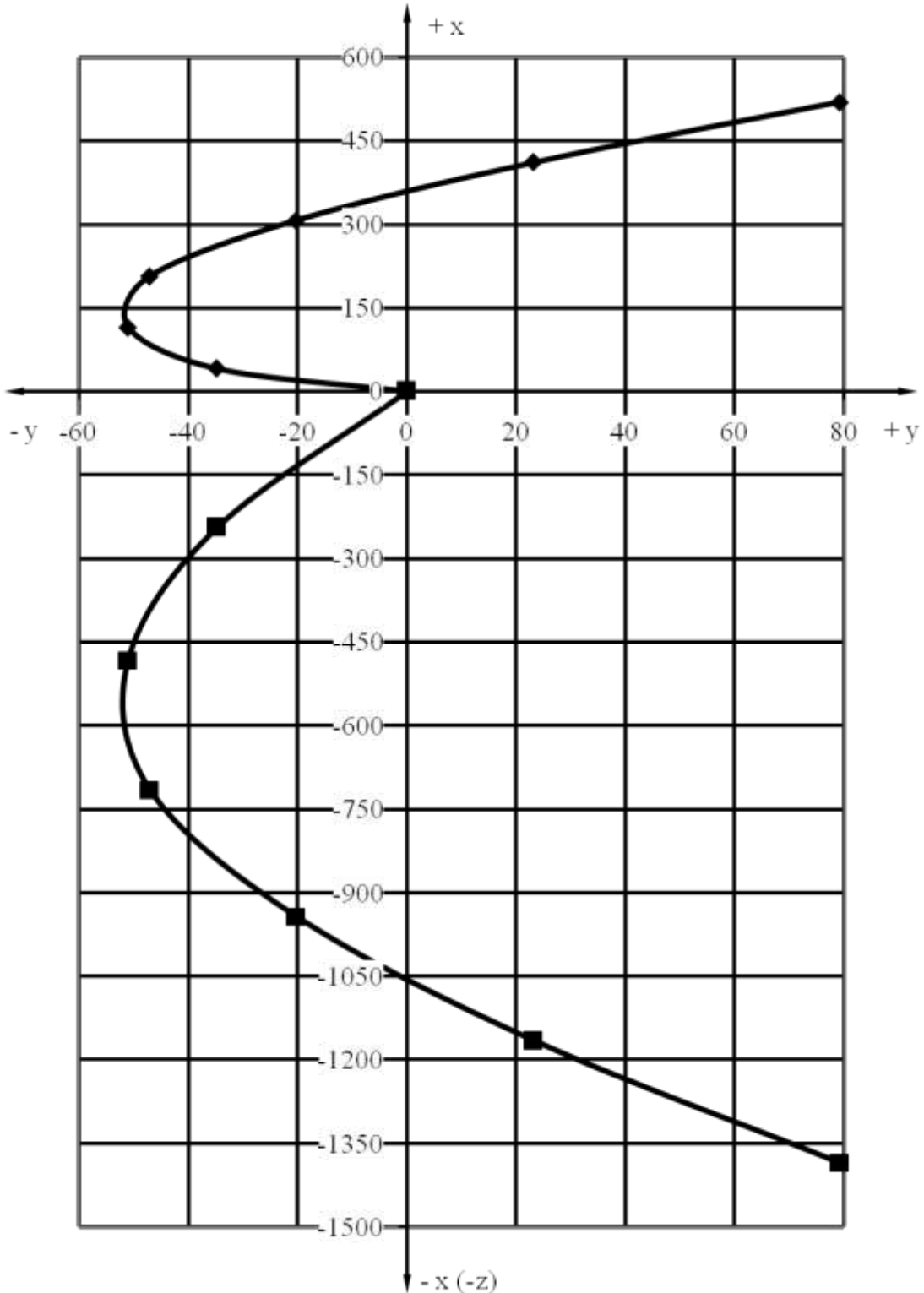
Результати розрахунку координат свердловини

Номери точок	$\Delta L, м$	$L_{св}, м$	Результати замірів, град		Середні значення		Приріст координат, м			Значення координат, м		
			Θ_i	α_i	$\Theta_{i,ср}$	$\alpha_{i,ср}$	ΔX_i	ΔY_i	ΔZ_i	X_i	Y_i	Z_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0	0	10	300	12,5	320	0	0	0	0	0	0
1	250	250	15	340	17,5	347,5	41,5	-34,8	244,1	41,5	-34,8	-244,1
2	250	500	20	355	21,5	2,5	73,4	-16,3	238,4	114,8	-51,1	-482,5
3	250	750	23	10	24,5	15	91,5	4,0	232,6	206,4	-47,1	-715,1
4	250	1000	26	20	27	22,5	100,1	26,8	227,5	306,5	-20,2	-942,6
5	250	1250	28	25	29	27,5	104,9	43,4	222,8	411,4	23,2	-1165,3

6	250	1500	30	30			107,5	56,0	218,7	518,9	79,2	-1384,0
---	-----	------	----	----	--	--	-------	------	-------	-------	------	---------

Відповідно до даних розрахунку координат точок осі свердловини будуюмо її проекції на горизонтальну й вертикальну площини. Для цього вертикальну площину проекції суміщаємо з площиною креслення шляхом повороту її відносно горизонтальної. При цьому позитивний напрямок осі X суміщається з напрямком північ і орієнтується вертикально вгору, осі Y – вправо, Z – вертикально вниз (див. рисунок).

Масштаб для побудови проекцій вибираємо виходячи із глибини свердловини й сумарного збільшення координат X,Y (інклінограма) і Y,Z (профіль).



Завдання

Побудувати проекцію викривленої свердловини для таких умов:

Таблиця 17

Вихідні дані завдання для самостійного розв'язування

Варіант	L _{св} , м	Δl, м	Кути		Результати замірів на глибині L											
			закладення		L ₁		L ₂		L ₃		L ₄		L ₅		L ₆	
			Θ ₀	α ₀	Θ ₁	α ₁	Θ ₂	α ₂	Θ ₃	α ₃	Θ ₄	α ₄	Θ ₅	α ₅	Θ ₆	α ₆
1	600	100	17	175	16	165	15	150	13	130	10	105	7	75	3	35
2	300	50	2	340	3	355	5	5	7	15	10	35	14	55	18	75
3	540	90	0	-	0	-	1	345	2	350	4	355	6	5	9	20
4	780	130	45	50	55	55	65	60	75	65	85	70	90	75	90	80
5	420	70	8	100	9	85	10	65	12	40	15	15	19	345	23	335
6	840	140	5	160	5	170	6	190	8	210	10	235	13	260	17	290
7	660	110	20	355	20	5	21	15	22	25	23	40	25	55	28	75
8	900	150	25	10	23	0	20	350	16	330	12	310	7	285	1	255
9	480	80	19	160	21	160	23	160	26	170	29	185	33	205	37	215
10	720	120	11	345	12	350	14	0	17	15	21	35	25	55	30	80

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

(для поглибленого вивчення дисципліни)

1. Атякин А.К. Опробование полезных ископаемых при бурении скважин. – М.: Недра, 1968. – 266 с.
2. Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – М.: Недра, 2003. – 554 с.
3. Башкатов Д.Н., Панков А.В., Коломиец А.М. Прогрессивная технология бурения гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1992. – 286 с.
4. Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. – М.: Недра, 1990. – 477 с.
5. Бейсебаев А.М., Туякбаев Н.Т., Федоров Б.В. Бурение скважин и горно-разведочные работы: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 303 с.
6. Бурение разведочных скважин: Учебник для вузов / Н.В. Соловьев, В.В. Кривошеев, Д.Н. Башкатов и др.; Под общ. ред. Н.В. Соловьева. – М.: Высш. шк., 2007. – 904 с.
7. Бурение скважин различного назначения / Н.Н. Сердюк, В.В. Куликов, А.А. Тунгусов и др. – М.: Российский государственный геологоразведочный университет, 2006. – 624 с.
8. Буровой инструмент для геологоразведочных скважин: Справочник / Н.И. Корнилов, Н.Н. Бухарев, А.Т. Киселев и др.; Под ред. Н.И. Корнилова. – М.: Недра, 1990. – 395 с.

9. Винниченко В.М., Максименко Н.Н. Технология бурения геологоразведочных скважин: Справочник бурильщика. – М.: Недра, 1988. – 149 с.
10. Воздвиженский Б.И., Голубинцев О.Н., Новожилов А.А. Разведочное бурение. – М.: Недра, 1979. – 510 с.
11. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. Расчеты в бурении / Справочное пособие / Под ред. А.Г. Калинина. – М.: РГГУ, 2007. – 668 с.
12. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении. – М.: Недра, 1986. – 253 с.
13. Дудля Н.А., Третьяк А.Я. Промывочные жидкости в бурении. – Ростов н/Д: Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 2001. – 363 с.
14. Дудля Н.А., Янь Тайнин, Третьяк А.Я. Аварии при бурении скважин: Учебник. – Д.: Национальный горный университет, 2005. – 288 с.
15. Загибайло Г.Т., Башлик С.М. Промывка свердловин: Підручник для технікумів / За ред. М.М. Гавриленка. – К.: Знання України, 2006. – 200 с.
16. Зиненко В.П. Направленное бурение: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1990. – 152 с.
17. Ивачев Л.М. Промывка и тампонирувание геологоразведочных скважин: Справочное пособие. – М.: Недра, 1989. – 247 с.
18. Ивачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 242 с.
19. Михайлова Н.Д. Техническое проектирование колонкового бурения. – М.: Недра, 1985. – 200 с.
20. Пономарев П.П., Каулин В.А. Отбор керна при колонковом геологоразведочном бурении. – Л.: Недра, 1989. – 256 с.
21. Разведочное бурение: Учебник для вузов / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский, Н.В. Соловьев. – М.: ООО "Недра – Бизнесцентр", 2000. – 748 с.
22. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 337 с.
23. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: В 2 т. / Под общ. ред. Е.А. Козловского. – М.: Недра, 1984. – Т. 1. – 512 с.
24. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: В 2 т. / Под общ. ред. Е.А. Козловского. – М.: Недра, 1984. – Т. 2. – 437 с.
25. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / Под ред. П.П. Пономарева, Г.А. Блинова. – С. Пб.: ООО Недра, 2000. – 721 с.
26. Справочник по бурению скважин на уголь / Г.П. Новиков, О.К. Белкин, Л.К. Ключев, А.Д. Вейсман. – М.: Недра, 1988. – 256 с.
27. Спутник инженера-буровика: Справочное издание / И.С. Афанасьев, П.П. Пономарев, В.А. Каулин и др. – С. Пб.: ВИТР, 2003. – 640 с.
28. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: Справочное пособие. – М.: Недра, 1991. – 334 с.
29. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1994. – 432 с.
30. Сулакшин С.С. Направленное бурение: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 272 с.

31. Сулакшин С.С. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.

32. Технология и техника разведочного бурения: Учебник для вузов / Ф.А. Шамшев, С.Н. Тараканов, Б.Б. Кудряшов и др. – М.: Недра, 1983. – 565 с.

33. Технология отбора шлама при бурении скважин / А.А. Волокитенков, А.С. Волков, И.И. Толокнов, М.М. Розин. – М.: Недра, 1973. – 200 с.

34. Юшков А.С., Пилипец В.И. Геологоразведочное бурение: Учеб. пособие. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 464 с.