

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

**Кафедра розробки та експлуатації
нафтових і газових родовищ**

І. М. Купер, Л. Б. Мороз

РОЗРОБКА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАФТОВИХ РОДОВИЩ

КУРСОВЕ ПРОЄКТУВАННЯ

**Івано-Франківськ
2024**

УДК 622.276

К-92

Рецензент:

Тарко Я.Б. доктор технічних наук, професор кафедри
видобування нафти і газу Івано–Франківського
національного технічного університету нафти і
газу

*Рекомендовано методичною радою університету
(протокол № від 2024 р.)*

Купер І.М. Мороз Л.Б.

К-92 Розробка та експлуатація нафтових родовищ : Методичні
вказівки з курсового проєктування. – Івано–Франківськ:
ІФНТУНГ, 2024. 22 с.

МВ

2024

Методичні вказівки розроблені відповідно до навчального
плану студентів стаціонарної і заочної форм навчання
спеціальності 185 Нафтогазова інженерія і технології.

Курсове проєктування містить задачі та перелік завдань
курсівих проєктів, методичні вказівки щодо виконання,
оформлення, здачі і захисту курсового проєкту, а також
перелік рекомендованих джерел.

УДК 622.276

МВ

2024

© Купер І.М. Мороз Л.Б.
© ІФНТУНГ, 2024

Відповідальний за випуск,

В.о. завідувача кафедри видобування
нафти і газу,
Кан. техн. наук, доц.

Лілія МАТІЇШИН

Узгоджено:

Член експертно-рецензійної комісії
університету

Микола
СЕНЮШКОВИЧ

Нормоконтролер

Лідія АРТИМ

Інженер I категорії НТБ

Тетяна МАКАР

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Мета курсового проектування.....	5
2 Організація курсового проектування.....	6
3 Завдання на курсовий проєкт.....	7
4 Методичні вказівки до виконання курсового проєкту.....	8
4.1 Проектування технологічних параметрів проведення гідропіскоструминної перфорації.....	8
4.2 Виклик припливу в свердловину методом прямої циркуляції рідини.....	8
4.3 Визначення параметрів пласта за результатами гідродинамічних досліджень.....	9
4.4 Підбір технології та проведення технологічних розрахунків підвищення продуктивності нафтової свердловини.....	19
4.5 Вибір способу експлуатації свердловини та проектування режиму роботи.....	10
4.6 Характеристика одного з методів підвищення нафтовіддачі пласта.....	11
5 Загальні вказівки щодо оформлення курсового проєкту....	11
Перелік рекомендованих джерел.....	12
Додаток А.....	14

ВСТУП

Використання нафти і газу має значний вплив на науково-технічний прогрес нашого віку. Практично немає такої галузі економіки, де б не використовувались нафта, газ та продукти їх переробки. Вони ж є головними сучасними енергоносіями. Щорічний світовий видобуток, який ведеться майже у 80 країнах, досяг гігантських масштабів і становить понад 3 млрд. т нафти та близько 2 трлн. м³ газу.

На сьогоднішній день знайдені далеко не всі запаси нафти і газу в Україні. Є ще великі території, переважно акваторії морів, де можуть бути відкриті нові родовища. Недостатньо розвідані також великі глибини земних надр. Це дає з оптимізмом дивитися на подальший розвиток нафтогазової промисловості.

Нафтова промисловість України пройшла період максимального обсягу видобутку нафти, за яким неминуче настає спад.

Відомо, що Україна власною нафтою не може забезпечити себе повною мірою ні сьогодні, ні в майбутньому. Тому, наш обов'язок розподілити залишкові запаси нафти в надрах України на сьогодні і для майбутніх поколінь.

Оскільки видобуту нафту в надрах треба чимось замінити (водою, газом, повітрям, залишковою нафтою тощо), то на сьогоднішній день найбільш ефективною технологією вважається заводнення нафтових покладів, хоч і відомі його негативні наслідки (занечищення доквілля, шкода надрам, техногенні землетруси); необхідно розширити фундаментальні дослідження щодо витіснення нафти водою за різними схемами, вдосконалення технологій з позицій господарської ефективності, зменшення навантажень на надра та доквілля; розширити застосування заводнення на економічно обґрунтованих об'єктах.

Активізувати фундаментальні та прикладні дослідження з проблем раціональної технології експлуатації нафтових свердловин, в т.ч. підвищення їх поточної продуктивності по нафті з урахуванням можливого кінцевого нафтовилучення із покладів, з метою створення нових способів експлуатації та модернізації існуючих в аспекті зниження собівартості видобування.

1 МЕТА КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Курсовий проєкт є важливою складовою частиною навчального процесу у вищому навчальному закладі. Він являє собою складову частину курсу “Розробка та експлуатація нафтових родовищ” і виконується під керівництвом викладача – керівника курсового проєкту. Курсовий проєкт – це самостійна інженерна робота студента по вирішенню питань проєктування і впровадження найбільш ефективних технічних і технологічних засобів видобутку нафти.

Виконання курсового проєкту має на меті:

- закріплення та поглиблення знань з дисципліни “Розробка та експлуатація нафтових родовищ” та суміжних з нею дисциплін, одержаних студентами під час навчання в університеті;

- здобуття навиків практичного застосування теоретичних знань для вирішення окремих питань з розробки та експлуатації нафтових родовищ;

- набуття навиків підбору і самостійної роботи з науково-технічною літературою в області видобутку нафти і газу, існуючими стандартами, технічними інструкціями, каталогами;

- розвиток у студентів навиків самостійної інженерної діяльності, творчого мислення, вміння чіткого обґрунтування прийнятих технологічних і технічних рішень;

- оволодіння студентами навиками проведення складних інженерних розрахунків за темою завдання із застосуванням ЕОМ та оформлення звітної документації у відповідності з існуючими вимогами;

- підготовка студентів до самостійного виконання комплексу взаємопов'язаних задач, які об'єднані загальною темою.

У процесі курсового проєктування студент повинен показати свою ерудицію і вміння самостійно вирішувати поставлені завдання з використанням найновіших досягнень в області теорії і практики розробки та експлуатації нафтових родовищ.

При виконанні курсового проєкту потрібно користуватись підручниками і навчальними посібниками з дисципліни, науково-технічною літературою, періодичними науково-технічними виданнями, довідниками та іншими матеріалами з питань розробки та експлуатації нафтових родовищ.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Курсове проєктування є одним з елементів навчального процесу. Він є навчальним документом, який містить вичерпні систематизовані відомості про виконану студентом самостійну роботу.

Курсовий проєкт виконується напротязі навчального семестру у відповідності з навчальним планом спеціальності “Видобування нафти і газу”.

Студент-заочник завдання на курсове проєктування одержує в період сесії безпосередньо перед початком семестру, у якому заплановане курсове проєктування

Виконаний і підписаний студентом курсовий проєкт повинен бути зданий на кафедру (керівникові) не пізніше, ніж за тиждень до дня його захисту для перевірки. Якщо проєкт не відповідає вказаним вимогам, то його повертають студентові для доробки. При належному виконанні проєкту він допускається керівником до захисту.

Захист курсових проєктів організовують за тиждень до початку залікової сесії згідно із затвердженим кафедрою графіком, який завчасно оголошують студентам.

Курсовий проєкт оцінюють з урахуванням якості самого проєкту, самостійності виконання студентом курсового проєкту та компетентності студента при відповідях на задані йому запитання.

3 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Кожний студент (в т. ч. і заочної форми навчання) отримує індивідуальне завдання на виконання курсового проєкту. Варіанти вхідних даних для виконання проєкту подані в додатку . Варіант вибирається згідно з порядковим номером студента, записаного в журналі старости. Якщо курсовий проєкт виконується декількома групами, то номер варіанту визначається поточним порядковим номером запису студента в журналах починаючи з групи стаціонару 1, 2, і т.д а далі групи заочної форми навчання 1,2 і т.д.

Частину параметрів, які необхідні для розрахунків необхідно визначити за результатами обробки результатів гідродинамічних досліджень, що виконуються в третьому розділі курсового проєкту.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

4.1 Проєктування технологічних параметрів проведення гідропіскоструминної перфорації

В даному розділі необхідно подати опис технологічного процесу гідропіскоструминної перфорації, її призначення, фізична суть технологічного процесу, послідовність проведення операцій.

Наводиться технологічна схема проведення процесу з розміщенням підземного обладнання та обв'язкою гирла свердловини необхідною технікою та устаткуванням.

Необхідно розрахувати:

- кількість рідини і піску для здійснення процесу;
- витрату робочої рідини;
- гідравлічні втрати в процесі проведення ГПП;
- тиск на виході з насадок;
- безпечну довжину колони насосно-компресорних труб;
- допустимий тиск на гирлі.

Кількістю рядів насадок задаються.

4.2 Виклик припливу в свердловину методом прямої циркуляції рідини

Насамперед слід коротко описати суть методів виклику припливу рідини в свердловину.

Необхідно скласти рівнянням балансу тисків при циркуляції рідини в трубах і між трубному просторі.

Розрахувати:

- втрати тиску в НКТ;
- втрати тиску в затрубному просторі;
- тиск, який необхідно для зрівноважування гідростатичних тисків рідин витискуваної і закачуваної на ділянці рівня їх розділу;
- визначають тиск на початку закачування;
- розраховують зменшення тиску на вибої після заміщення рідини і роблять висновок про те, чи відбудеться очікуваний приплив.

4.3 Визначення параметрів пласта за результатами гідродинамічних досліджень

Описують суть методу дослідження свердловин на усталених і неусталених режимах та методику розрахунків і побудови індикаторної лінії та кривої відновлення пластового тиску.

Необхідно розрахувати: коефіцієнт гідропровідності; коефіцієнт проникності; п'єзопровідність; зведений радіус свердловини; продуктивність свердловини.

4.4 Підбір технології та проведення технологічних розрахунків підвищення продуктивності нафтової свердловини

У курсовому проєкті наведено класифікацію методів підвищення продуктивності свердловин та умови їх застосування. Далі розглядається один з п'яти методів підвищення продуктивності свердловини, які задаються у завданні (додаток):

- соляно-кислотне оброблення (СКО);
- глино-кислотне оброблення (ГКО);
- гідравлічний розрив пласта (ГРП);
- термічне оброблення (ТО);
- термохімічне оброблення (ТХО);

Описується фізична суть технологічного процесу і розраховуються технологічні параметри проведення процесу.

Потрібно визначити:

- необхідну кількість реагентів для проведення процесу;
- тиск опресування та робочі тиски проведення операції;
- витрати рідин та реагентів;
- кількість необхідної техніки та обладнання;
- час проведення технологічних операцій;
- будується технологічна схема підземного обладнання та обв'язки гирла свердловини.

4.5 Вибір способу експлуатації свердловини та проєктування режиму роботи

У курсовому проєкті розглядається один із способів експлуатації свердловин, який заданий у варіанті завдання (додаток):

- фонтанний спосіб експлуатації;
- штанговий глибинонасосний;
- газліфтний спосіб;
- експлуатація свердловини електро-відцентровим насосом.

Слід розрахувати:

- мінімальний вибійний тиск чи тиск на вході в насос;
- довжину і діаметр насосно-компресорних труб (ліфта) чи глибину спуску насоса;
- гідравлічні втрати в трубах і обладнанні;
- діаметр штуцера, робочий та пусковий тиск (при газліфтній експлуатації);
- діаметр насосу, тип насосу, тип верстата-качалки, довжину ходу та кількість подвійних ходів штангової глибинно-насосної установки;
- тип електро-відцентрового насосу, його напір в області максимального ККД, уточнити кількість ступеней за робочою характеристикою свердловини та насосу;
- наводять схему наземного та підземного обладнання.

4.6 Характеристика одного з методів підвищення нафтовіддачі пласта

Насамперед слід навести класифікацію методів підвищення нафтовіддачі. Далі у вигляді реферату описати одну з технологій підвищення нафтовіддачі, яка задана у варіанті завдання (додаток).

Необхідно висвітлити наступне: область застосування технології; фізична суть процесу; необхідні реагенти та технологія приготування; технологічна схема здійснення процесу.

5. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт виконується студентами індивідуально згідно з варіантом. Пояснювальна записка оформляється на стандартних аркушах паперу формату А4 з обов'язковим написанням всіх формул, обов'язковим розшифруванням всіх величин, що входять у формули, та обов'язково підстановкою у всі формули значень вихідних величин. Нумерація формул проводиться за розділами, а не за параграфами. Кожне питання нумерується згідно із завданням (змістом).

Графічний додаток (демонстраційна графіка) повинен містити – 2 аркуші формату А1 згідно із завданням за п 4.1 та 4.5 за попереднім узгодженням з керівником курсового проєкту (схеми конструкції та обладнання стовбура і гирла свердловин, схеми розташування обладнання для оброблення свердловини та інше).

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ: Підручник. – К.: ІСДО, 1995. – 496 с.
- 2 Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ: Підручник для вищих навчальних закладів з грифом мінісвіти України. – К.: Міжнародна економічна фундація, 2008. – 488 с.
- 3 Довідник з нафтогазової справи /За заг.ред. В.С.Бойка, Р.М.Кондрата, Р.С.Яремійчука. - К.: Львів, 1996. - 620 с.
4. Купер І.М. Розробка та експлуатація нафтових родовищ: практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2024. 64с.

5. Купер, І. М. Фізика нафтового і газового пласта : підручник / І. М. Купер, А. В. Угриновський. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018. – 448 с.

ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Кафедра видобування нафти і газу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри видобування
нафти і газу

ГРАФІК

виконання курсового проєкту з дисципліни

«Розробка та експлуатація нафтових родовищ»

Тема: **«Проектування розробки та експлуатації нафтового покладу»**

№ розділів	Назви розділів	Термін виконання	Рейтинг(з урахуванням балів)
1	Підготовка вихідних даних для проєктування технологічних процесів		5
2	Розрахунок процесу освоєння свердловини. Визначення параметрів пласта за результатами гідродинамічних досліджень		10
3	Підбір технології та проведення технологічних розрахунків підвищення продуктивності нафтової свердловини		15
4	Вибір способу експлуатації та проєктування режиму роботи свердловини		25
5	Вибір та впровадження однієї з технологій підвищення нафтовилучення пласта		25
6	Оформлення пояснювальної записки до курсового проєкту і графічних додатків (плакатів). Представлення курсового проєкту до захисту.		20

Завдання прийняв студент:

Завдання підготував викладач:

Вихідні дані для проєктування технологічних процесів

Частина параметрів задаються, а частину необхідно визначити за результатами обробки результатів гідродинамічних досліджень.

Свердловина розкрила нафтовий поклад. Вона обсаджена експлуатаційною колоною і зацементована до гирла.

Необхідно розрахувати:

1.1 Параметри гідропіскоструменевої перфорації на глибині свердловини L , діаметр свердловини D мм, ефективна товщина пласта h м, використовуючи труби діаметром d .

1.2 Параметри процесу освоєння свердловини: густина рідини, якою заповнена свердловина ρ_6 кг/м³, а в'язкість μ мПа·с., zenітний кут нахилу свердловини α_z , густина води ρ_v кг/м³, пластовий тиск $P_{пл}$ МПа.

1.3 Параметри пласта за результатами гідродинамічних досліджень на неусталених режимах: нахил прямолінійного відрізка $i \cdot 10^6$, відрізок, що відтинається на осі ординат A МПа, дебіт до зупинки Q т/доб, коеф. пористості $m\%$, коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹, густина розгазованої нафти ρ кг/м³, об'ємний коефіцієнт нафти b , в'язкість пластової нафти $\mu_{пл}$ Па·с, коефіцієнт пружності нафти $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹.

1.4 Параметри технології проведення одного з методів підвищення продуктивності свердловини: соляно-кислотне оброблення (СКО), глинокислотне оброблення (ГКО), гідравлічний розрив пласта (ГРП), термічне оброблення (ТО), термохімічне оброблення (ТХО).

1.5 Спосіб експлуатації та проєктування режиму роботи свердловини: **фонтанний (Ф), штанговий глибинонасосний (Ш), газліфтний (Г), електровідцентровим насосом (Е).**

1.6 Параметри технології одного з методів підвищення нафтовилучення: **циклічне заводнення (ЦЗ), зміна напрямків фільтраційних потоків (ЗП), розчинами поверхнево активних речовин (ПАР), полімерне заводнення (ПЗ), мицелярне заводнення (МЗ).**

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Глибина свердловини H, м	2120	2080	2050	2160	2520	3020	2240	2150	3060	2250
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20
4. Перфорація на глибині L, м	2070	2030	2000	2110	2470	2970	2190	2100	3000	2200
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	60	73	60	73	60	73	60	73	60	73
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина $\rho_{\text{б}}$, кг/м³	1180	1220	1230	1260	1180	1140	1210	1190	1250	1200
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с.	1,2	1,3	1,5	1,6	1,3	1,7	1,8	1,4	1,8	1,5
8. Зенітний кут нахилу свердловини α, град	6	9	11	8	2	9	5	10	5	9
9. Густина технічної води $\rho_{\text{в}}$, кг/м³	1020	1040	1060	1035	1088	1025	1080	1070	1050	1030
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,3	0,28	0,15	0,24	0,21	0,18	0,17	0,19	0,24	0,28
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	2,1	1,82	1,86	1,95	2,12	2,20	2,28	2,15	2,19	2,00
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	50	60	70	80	40	50	60	70	50	60
13. Коефіцієнт пористості m, %	15	16	17	18	14	15	16	17	18	19
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_{\text{п}} \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	3,25	1,7	2,1	2,8	1,9	1,6	2,4	3,5	2,7	1,9
15. Густина розгазованої нафти ρ, кг/м³	810	820	830	840	850	860	870	890	900	800
16. Об'ємний коефіцієнт нафти β	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,2	1,3	1,4	1,6
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{\text{пл}}$, мПа·с	1,8	1,6	1,5	1,7	1,4	1,3	1,9	1,7	1,6	1,4
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_{\text{н}} \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹.	3,5	3,0	2,9	2,4	2,5	1,6	1,9	2,4	2,8	3,1
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО
20. Спосіб експлуатації	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

Вихідні дані	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Глибина свердловини H, м	2280	2560	2350	2320	2450	3040	2120	2080	2050	2160
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	25	30	15	20	25	15	20	25	30	15
4. Перфорація на глибині L, м	2230	2510	2300	2270	2400	2190	2060	2030	2000	2100
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	60	73	60	73	60	60	73	60	73	60
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина $\rho_{\text{б}}$, кг/м³	1260	1205	1260	1220	1245	1260	1180	1140	1210	1190
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с.	1,9	1,4	1,7	1,9	1,9	1,6	1,3	1,5	1,6	1,3
8. Zenітний кут нахилу свердловини α, град	7	3	8	5	3	6	9	11	8	2
9. Густина технічної води $\rho_{\text{в}}$, кг/м³	1040	1060	1090	1100	1070	1090	1040	1060	1035	1088
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,18	0,31	0,23	0,28	0,19	0,28	0,15	0,24	0,21	0,18
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	1,78	1,90	1,75	2,00	1,85	1,82	1,86	1,95	2,12	2,20
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	70	80	40	50	60	50	60	70	80	40
13. Коефіцієнт пористості m, %	20	21	15	17	18	16	17	18	14	15
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_{\text{п}} \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	2,7	2,4	2,9	1,8	2,7	2,6	2,4	3,25	1,7	2,1
15. Густина розгазованої нафти ρ кг/м³	810	820	840	850	860	810	820	830	840	850
16. Об'ємний коефіцієнт нафти β	1,5	1,4	1,3	1,4	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{\text{пл}}$, мПа·с	1,9	1,5	1,6	1,3	1,7	1,8	1,6	1,5	1,7	1,4
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_{\text{н}} \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹.	2,3	2,5	2,8	3,2	2,7	2,4	2,9	2,4	2,5	1,6
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО
20. Спосіб експлуатації	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Ф	Г	Ш	Е	Ф
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

Вихідні дані	Варіанти									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Глибина свердловини H, м	2520	3020	2240	2150	3060	2250	2280	2950	2400	2850
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25
4. Перфорація на глибині L, м	2470	2920	2150	2100	3000	2200	2230	2900	2350	2800
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	73	60	73	60	73	60	73	60	73	60
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина ρ_6, кг/м³	1250	1200	1260	1205	1260	1220	1245	1245	1230	1205
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с.	1,7	1,8	1,4	1,8	1,5	1,9	1,4	1,7	1,9	1,9
8. Зенітний кут нахилу свердловини α_z, град	9	5	10	5	9	7	3	8	5	3
9. Густина технічної води ρ_v, кг/м³	1025	1080	1070	1050	1030	1040	1060	1090	1100	1070
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,17	0,19	0,24	0,28	0,18	0,31	0,23	0,28	0,19	0,15
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	2,28	2,15	2,19	2,00	1,78	1,90	1,75	2,00	1,85	2,15
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	50	60	70	50	60	70	80	40	50	60
13. Коефіцієнт пористості m, %	16	17	18	19	20	21	15	17	18	20
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	2,8	1,9	1,6	2,4	3,5	2,7	1,9	2,7	2,4	2,9
15. Густина розгазованої нафти ρ, кг/м³	860	870	890	900	800	810	820	840	850	860
16. Об'ємний коефіцієнт нафти β	1,7	1,2	1,3	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,2
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{пл}$, мПа·с	1,3	1,9	1,7	1,6	1,4	1,9	1,5	1,6	1,3	1,7
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹.	1,9	2,4	2,8	3,1	2,3	2,5	2,8	3,2	2,7	1,9
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО
20. Спосіб експлуатації	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

Вихідні дані	Варіанти									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1. Глибина свердловини H, м	3020	2240	2150	2120	2080	2050	2160	2520	3020	2240
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20
4. Перфорація на глибині L, м	2950	2200	2100	2080	2030	2000	2100	2470	2080	2190
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	60	73	60	73	60	73	60	73	60	73
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина ρ_6, кг/м³	1180	2350	2250	1260	1180	1140	1210	1190	1250	1200
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с	1,5	1,3	1,5	1,6	1,3	1,7	1,8	1,4	1,8	1,5
8. Зенітний кут нахилу свердловини α, град	6	9	11	8	2	9	5	10	5	9
9. Густина технічної води ρ_v, кг/м³	1040	1060	1035	1088	1025	1080	1070	1050	1030	1040
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,28	0,15	0,24	0,21	0,18	0,17	0,19	0,24	0,28	0,18
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	2,15	1,82	1,86	1,95	2,12	2,20	2,28	2,15	2,19	2,00
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	50	60	70	80	40	50	60	70	50	60
13. Коефіцієнт пористості m, %	15	16	17	18	14	15	16	17	18	19
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	2,6	3,25	1,7	2,1	2,8	1,9	1,6	2,4	3,5	2,7
15. Густина розгазованої нафти ρ, кг/м³	810	820	830	840	850	860	870	890	900	800
16. Об'ємний коефіцієнт нафти b	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,2	1,3	1,4	1,6	1,5
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{пл}$, мПа·с	1,6	1,5	1,7	1,4	1,3	1,9	1,7	1,6	1,4	1,9
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	1,7	1,9	2,9	2,4	2,5	1,6	1,9	2,4	2,8	3,1
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО
20. Спосіб експлуатації	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

Вихідні дані	Варіанти									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1. Глибина свердловини H, м	2150	3060	2250	2280	2200	3020	2240	2120	2080	2050
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	25	30	15	20	25	15	20	25	30	15
4. Перфорація на глибині L, м	2100	3010	2200	2200	2150	2180	2180	2060	2000	2000
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	60	73	60	73	60	60	73	60	73	60
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина ρ_b, кг/м³	1260	1205	1260	1220	1245	1230	1260	1180	1140	1210
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с.	1,9	1,4	1,7	1,9	1,9	1,3	1,5	1,6	1,3	1,7
8. Зенітний кут нахилу свердловини α, град	7	3	8	5	3	9	11	8	2	9
9. Густина технічної води ρ_v, кг/м³	1060	1090	1100	1070	1040	1040	1060	1035	1088	1025
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,31	0,23	0,28	0,19	0,22	0,28	0,15	0,24	0,21	0,18
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	1,78	1,90	1,75	2,00	1,85	1,82	1,86	1,95	2,12	2,20
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	70	80	40	50	60	50	60	70	80	40
13. Коефіцієнт пористості m, %	20	21	15	17	18	16	17	18	14	15
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_p \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	1,9	2,7	2,4	2,9	3,1	3,25	1,7	2,1	2,8	1,9
15. Густина розгазованої нафти ρ, кг/м³	810	820	840	850	860	810	820	830	840	850
16. Об'ємний коефіцієнт нафти ν	1,4	1,3	1,4	1,2	1,7	1,5	1,3	1,4	1,5	1,6
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{пл}$, мПа·с	1,5	1,6	1,3	1,7	1,5	1,6	1,5	1,7	1,4	1,3
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹.	2,3	2,5	2,8	3,2	2,7	2,9	2,4	2,5	1,6	1,9
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО	СКО	ГКО	ГРП	ТО	ТХО
20. Спосіб експлуатації	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Ф	Г	Ш	Е	Ф
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

Вихідні дані	Варіанти									
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1. Глибина свердловини H, м	2160	3000	2520	3020	2240	2150	3060	2250	2280	2850
2. Діаметр свердловини D, мм	114	127	140	146	168	114	127	140	146	168
3. Товщина пласта h, м	20	25	30	15	20	25	30	15	20	30
4. Перфорація на глибині L, м	2100	2140	2470	2960	2180	2100	3000	2190	2200	2800
5. Умовний діаметр НКТ d, мм	73	60	73	60	73	60	73	60	73	60
6. Густина рідини, якою заповнена свердловина ρ_b, кг/м³	1190	1250	1200	1260	1205	1260	1220	1245	1240	1210
7. В'язкість рідини, якою заповнена свердловина μ, мПа·с.	1,8	1,4	1,8	1,5	1,9	1,4	1,7	1,9	1,9	1,5
8. Зенітний кут нахилу свердловини α_z, град	5	10	5	9	7	3	8	5	9	10
9. Густина технічної води ρ_v, кг/м³	1080	1070	1050	1030	1040	1060	1090	1100	1070	1040
10. Нахил прямолінійного відрізка кривої відновлення тиску $i \cdot 10^6$	0,17	0,19	0,24	0,28	0,18	0,31	0,23	0,28	0,19	0,18
11. Відрізок, на осі ординат A, МПа	2,28	2,15	2,19	2,00	1,78	1,90	1,75	2,00	1,85	2,15
12. Дебіт до зупинки свердловини перед дослідженнями Q, т/доб	50	60	70	50	60	70	80	40	50	60
13. Коефіцієнт пористості m, %	16	17	18	19	20	21	15	17	18	14
14. Коефіцієнт об'ємної пружності породи $\beta_d \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	1,6	2,4	3,5	2,7	1,9	2,7	2,4	2,9	3,1	2,5
15. Густина розгазованої нафти ρ кг/м³	860	870	890	900	800	810	820	840	850	860
16. Об'ємний коефіцієнт нафти ν	1,7	1,2	1,3	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,2
17. В'язкість пластової нафти $\mu_{пл}$, мПа·с	1,9	1,7	1,6	1,4	1,9	1,5	1,6	1,3	1,7	1,8
18. Коефіцієнт пружності нафти $\beta_n \cdot 10^{-9}$ Па⁻¹	2,4	2,8	3,1	2,3	2,5	2,8	3,2	2,7	1,8	1,9
19. Метод підвищення продуктивності	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО	СКО	ГКО	ГРП	ГО	ГХО
20. Спосіб експлуатації	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш	Е	Ф	Г	Ш
21. Метод підвищення нафтовилучення	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ	ЦЗ	ЗП	ПАР	ПЗ	МЗ

