

622.279.5
P65

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

Ша.

РОЙ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

.279.5(043)
УДК 622.244.6
P65

УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОГІДРОДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ
ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ СВЕРДЛОВИН

05.15.06 – Розробка нафтових і газових родовищ

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Полтавському національному технічному університеті ім. Ю.Кондратюка Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
Акульшин Олександр Олексійович,
ПАТ «Український нафтогазовий інститут», м. Київ,
заступник голови правління з наукової роботи

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
Фик Ілля Михайлович,
НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,
завідувач кафедри видобування нафти, газу та конденсату

кандидат технічних наук
Дмитренко Вікторія Іванівна,
«Полтавський університет економіки і торгівлі», м.
Полтава,
доцент кафедри хімії.

Захист відбудеться 17 жовтня 2014 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.02 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий «11» вересня 2014 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент



І.М. Ковбасюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження газових пластів та свердловин включає комплекс взаємопов'язаних методів, що відрізняються теоретичним обґрунтуванням, технологією та технікою виконання. За даними цих досліджень визначають такі параметри, як геометричні характеристики покладу, ємнісно-фільтраційні параметри пластів, фізико-хімічні властивості газів та рідин, газогідродинамічні та термодинамічні умови у стовбурі свердловини, технологічний режим її роботи та багато інших. Для визначення вищевведених параметрів застосовують газогідродинамічні, геофізичні та лабораторні методи дослідження, які при комплексному застосуванні доповнюють один одного і дозволяють отримати найбільш достовірні відомості та вивчити зв'язки між окремими параметрами та факторами, що впливають на них.

Але найбільш важливими вважають дослідження в процесі експлуатації. Їх основна задача – газогідродинамічне дослідження з метою перевірки раніше прийнятих параметрів і встановлення закономірностей їх зміни в процесі розробки і експлуатації.

Одним із перспективних напрямків вирішення означеної проблеми є використання методів математичного моделювання при обробці кривих відновлення і стабілізації пластового тиску та дослідження продуктивних горизонтів із застосуванням вдосконалених технічних і математичних засобів. Питаннями дослідження роботи газових та газоконденсатних свердловин у різні роки займалися Чекалюк Е.Б., Чарний І.А., Канюга А.П., Мінський Е.М., Щелкачов В.Н. та інші. Але, незважаючи на значні досягнення, широке використання існуючих технічних засобів для отримання достовірних результатів неможливе через деякі недоліки існуючих методик і технологічні обмеження. В першу чергу - це проблема коректного визначення фільтраційних властивостей колекторів і розрахунку дебіту в умовах невизначеності геолого-технічної інформації.

Тому актуальною є розробка методу газогідродинамічних досліджень газових і газоконденсатних свердловин, який би дозволив усунути ці недоліки із одночасним скороченням витрат газу, витрат коштів і часу на проведення дослідження і збільшення об'єму отримуваної геологічної інформації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема роботи відноситься до галузевої проблеми. В роботі частково використані матеріали зі звіту про НДДКР по договору № 93-В/8 ПВУкрДГРІ «Розробити технологію і удосконалили технічні засоби дослідження високопродуктивних газових та газоконденсатних свердловин при нестационарному режимі фільтрації, після зупинки яких пластовий тиск відновлюється миттєво». Робота виконана в напрямку «Дослідження газових та газоконденсатних свердловин».

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення прискореного методу газогідродинамічних досліджень газових і газоконденсатних свердловин, який би дозволив визначати одночасно параметри прив'язної та віддаленої зон пласта.



Основні задачі досліджень:

1. Аналіз результативності існуючих способів дослідження на фактичному матеріалі та проведення пошуків основних напрямків прискореного дослідження газових та газоконденсатних свердловин. Розробка нового прискореного методу дослідження, який би базувався на поєднанні неусталених та одного усталеного дослідження роботи свердловин.

2. Розробка нового методу прискореного дослідження газових та газоконденсатних свердловин, який би включав вимірювання параметрів в процесі роботи свердловини і в процесі відновлення пластового тиску з наступною зупинкою вимірювань після досягнення статичного стану у свердловині (зняття кривої припливу та кривої відновлення пластового тиску);

3. Розробка методики оброблення результатів прискореного дослідження свердловин з використанням кривої відновлення тиску і роботи свердловини на одному режимі, яка б дозволяла визначити з підвищеною точністю ємнісно-фільтраційні параметри свердловини, в т.ч. коефіцієнти лінійного та інерційного опорів рівняння припливу продукції до свердловини, зведеного радіуса, коефіцієнта п'єзопровідності, скін-ефекту, радіусу контуру дренавання, пористості, проникності, ефективної товщини продуктивного пласта та проведення дослідження за удосконаленою технологією.

4. Перевірка нової методики визначення газогідродинамічних параметрів пластів на промислових даних, отриманих в результаті досліджень газової та газоконденсатної свердловин на одному фактично відпрацьованому режимі, для підтвердження її ефективності.

Об'єктом дослідження цієї роботи є новий метод газогідродинамічного дослідження газових і газоконденсатних свердловин та методика інтерпретації результатів дослідження свердловини на одному фактично відпрацьованому режимі для визначення газогідродинамічних параметрів продуктивних пластів в більшому об'ємі та з підвищеною точністю на основі технології дослідження на одному фактично відпрацьованому режимі та удосконалення технічних засобів для її забезпечення.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є газогідродинамічні та продуктивні характеристики газових та газоконденсатних колекторів на будь-якій стадії їх експлуатації.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувались шляхом проведення експериментальних та теоретичних досліджень з обробленням одержаних результатів методами математичного моделювання. Вірогідність отриманих результатів роботи підтверджено газогідродинамічними дослідженнями свердловин.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше запропоновано метод газогідродинамічного дослідження газових і газоконденсатних свердловин шляхом поєднання дослідження на неусталеному і одному усталеному режимах фільтрації.

2. Вперше розроблено методику проведення газогідродинамічного дослідження газових і газоконденсатних свердловин, яка включає вимірювання

параметрів свердловин під час роботи на одному усталеному режимі і в процесі відновлення вибірного тиску.

3. Вперше запропоновано методику обробки результатів газогідродинамічного дослідження газових і газоконденсатних свердловин вдосконаленим методом, яка дозволяє визначити параметри привибірної зони пласта за результатами дослідження тільки на одному усталеному режимі.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Створено новий прискорений метод газогідродинамічних досліджень газових та газоконденсатних свердловин, що включає поєднання досліджень на неусталених та одному усталеному режимі фільтрації і базується на вимірюванні параметрів в процесі роботи свердловин і в процесі відновлення пластового тиску з наступною зупинкою вимірювань після досягнення відновлення тиску і статичного стану у свердловині.

2. Розроблено метод прискореного дослідження газових та газоконденсатних свердловин, який включає вимірювання параметрів в процесі роботи свердловини з досягненням стабілізації режиму і в процесі відновлення пластового тиску з наступною зупинкою реєстрації параметрів після досягнення статичного стану у свердловині, та методику для його реалізації, яка забезпечує отримання значно більшої кількості фільтраційно-ємнісних характеристик пласта з високою точністю.

3. Показано, що запропонований метод прискореного дослідження та методика оброблення отриманих при цьому даних дозволяє підвищити ефективність досліджень за рахунок зменшення втрат газу та газоконденсату в процесі дослідження, витрати часу на дослідження, при цьому значно зростає оперативність інтерпретації результатів дослідження при збільшенні в кілька разів обсягу отриманої з більшою точністю інформації про досліджувані пласти.

4. Доведено, що новий метод прискореного дослідження та методика інтерпретації отриманих в процесі дослідження даних можуть бути використані для дослідження свердловин на стадії розвідки родовища (для отримання інформації, необхідної для підрахунку запасів), для дослідження їх на стадії дослідно-промислової експлуатації (для отримання додаткової інформації для підтвердження чи уточнення запасів продукції), та для дослідження свердловин у випадках, коли пластові тиски є недостатніми для проведення якісного відпрацювання декількох режимів.

Особистий внесок здобувача. Робота виконана самостійно та у співпраці з науковим керівником докт. техн. наук Акульшиним О.О.

На основі аналізу промислового матеріалу з дослідження газових та газоконденсатних свердловин показана доцільність розробки нової методики розрахунку газогідродинамічних параметрів пластів, яка могла б базуватися на технології дослідження їх на одному фактично відпрацьованому режимі.

Доведено, що дослідження газових та газоконденсатних свердловин лише на одному фактично відпрацьованому режимі [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16] дає можливість отримати рівняння припливу та розрахувати аналітично бажану кількість режимів дослідження за рахунок створеної методики

інтерпретації фактичних даних одного режиму дослідження та визначити значно більшу кількість (більше 20) параметрів продуктивних пластів з вищою точністю. Розроблені методики для інтерпретації результатів дослідження газових та газоконденсатних свердловин на одному фактично відпрацьованому режимі та удосконалені на рівні патенту технічні засоби [10, 11, 12], які мають на меті підвищення якості, безпеки та здешевлення робіт при проведенні досліджень газових та газоконденсатних свердловин.

Апробація результатів дисертації. Основні положення праці доповідалися на засіданні кафедри «Обладнання нафтових і газових промислів» ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка (м. Полтава, 2014 р.); засіданні семінару кафедри «Розробки та експлуатації нафтових і газових родовищ» (м. Івано-Франківськ, 20012, 2013 р.); розширеному семінару кафедри «Розробки та експлуатації нафтових і газових родовищ» (м. Івано-Франківськ, 2013 р.); науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку нафтогазової галузі України». (04-08.10.2010р. АР Крим, (м. Ялта, 2010р.); науково-технічній конференції «Підвищення ефективності буріння та інтенсифікації нафтогазовидобутку на родовищах України» (16-18 листопада 2010 р. м. Івано-Франківськ); науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика 2013» (7-11 жовтня 2013 р. м. Івано-Франківськ).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 16 наукових працях, з них 9 публікацій в українських та закордонних фахових виданнях, 3 патенти України, 4 у збірниках праць конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів з підсумками, загальних висновків та додатків. Повний обсяг дисертації 177 стор., що включає 36 рисунків, 15 таблиць, список використаних літературних джерел з 112 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована мета та завдання теоретичних досліджень, зв'язок роботи з Держбюджетною тематикою відповідно до плану НДДКР Міністерства екології та природних ресурсів України, сформульована мета та завдання теоретичних досліджень та їх практичне значення, наведені основні напрямки наукових досліджень, наукова новизна і практична цінність отриманих у роботі результатів, приведено впровадження результатів роботи а також дані про особистий внесок здобувача, публікації, обсяг і структуру дисертації. Тут же сформульована важлива для нафтогазового комплексу проблема, що вирішена в дисертації, яка полягає в тому, що газогідродинамічні параметри, отримані за існуючими методами досліджень свердловин при відпрацюванні 5-7 режимів, не дають такої кількості параметрів і з такою точністю, як це дозволяє методика, що базується на відпрацюванні лише одного режиму дослідження.

У першому розділі проведено огляд існуючих технологій та існуючих способів дослідження газових і газоконденсатних свердловин а також методик

інтерпретації їх даних. За минулі 10 років теорія і практика дослідження свердловин зазнали значних змін, зумовлених як геологічними, так і соціально-економічними факторами розвитку галузі. Були розроблені нові методи, створені нова техніка і технологія по дослідженню свердловин, що розкрили газові, газоконденсатні і газонафтові поклади; істотно збільшилися діапазони зміни тиску і температури родовищ; змінилися склади продукції, підвищилися вимоги до обсягу і якості вихідних даних, використовуваних при застосуванні ЕОМ; освоюються малопотужні газоконденсатно-нафтові родовища, при розкритті яких у більшості випадків відбувається одночасний приплив до свердловини газу і рідини, і методика дослідження яких розроблена тільки за останні роки.

В цих умовах особлива роль належить науковим дослідженням, спрямованим на розробку таких методів, за допомогою яких можна одержати необхідну інформацію з найменшими витратами часу і засобів на дослідження. Аналіз робіт, виконаних виробничими об'єднаннями по освоєнню і дослідженню свердловин після виходу їх з буріння, проведення ремонтно-профілактичних та інтенсифікаційних робіт показують, що середньорічні зареєстровані втрати газу за останні 15 років коливаються від $1,1 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ до $2,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3$. Ці втрати, віднесені до річного видобутку газу в країні, складають 0,2 - 0,3%. Випуск газу при освоєнні й випробуванні свердловин в атмосферу суперечить енергозберігаючій політиці держави і забруднює навколишнє середовище. Необхідність охорони навколишнього середовища і природних ресурсів, виконання плану видобутку газу і конденсату при несвоєчасному введенні свердловин, ліній обв'язки, установок комплексної підготовки газу й інших промислових споруджень, відсутність потрібних дослідницьких контрольно-вимірювальних приладів, апаратури вимагають створення такого комплексу газогідродинамічних досліджень і методів розрахунків, що дозволив би одержати необхідну інформацію з обліком перерахованих вище факторів.

Створенню наукової бази для дослідження газових свердловин сприяли теоретичні міркування про фільтрацію природних рідини і газу в пористих середовищах, викладені в наукових працях Л.С. Лейбензона і Г.Ф. Требіна. А вихід в світ наукових праць В.М. Щелкачова, Ю.П. Коротаєва і О.П.Полянського, Е.Б. Чекалюка і Чарного, Г.О. Зотова і С.М. Тверковкіна, а також інструкцій з дослідження газових свердловин повністю забезпечили розвиток теорії і практики дослідження газових і газоконденсатних пластів свердловин до сучасного рівня.

Застосування інтегрального методу Е.Б.Чекалюка давала можливість математично обробити криві зміни вибірного тиску після пуску свердловини в роботу (крива стабілізації) і після зупинки роботи свердловини (крива відновлення тиску), а використання універсальної палетки А.П. Канюги для визначення інтегралу Дюамеля, суттєво спрощувала метод обробки і скорочувала обсяг розрахункових робіт.

З метою скорочення об'єму обчислювальних операцій і графічних робіт виникла необхідність розробки простішої методики і побудови математичної моделі для використання її при обчисленнях на ЕОМ, які б дозволяли в

оперативному порядку виконати інтерпретацію отриманих промислових даних дослідження свердловин і в подальшому використати їх в газопромисловій практиці.

У другому розділі наведена нова методика розрахунку газогідродинамічних параметрів пластів газових свердловин, що реалізується за допомогою поєднання її з методами математичного моделювання.

Для збільшення обсягу отримуваної інформації використані інтегральний метод Е.Б. Чекалюка та диференціально-інтегральний метод І.А. Чарного, за допомогою яких отримано параметри газопровідності віддаленої зони пласта $\left(\frac{kh}{\mu}\right)_2$, відношення $\frac{R_k}{r_n}$, коефіцієнти A та B рівняння припливу, K_n .

Далі розраховуємо аналітично зведений радіус свердловини

$$r_n = \sqrt[n]{e^n}. \quad (1)$$

З комплексного параметру п'єзопровідності $\frac{\alpha}{r_n^2} = N_1$, знайденого при обробці КВТ методом Е.Б. Чекалюка, можна визначити п'єзопровідність пласта

$$\alpha = N_1 \cdot r_n^2, \quad (2)$$

а з комплексного параметру $\frac{\alpha}{R_k^2} = N_2$, знайденого за результатами обробки КВТ за методом І.А. Чарного, при відомому значенні п'єзопровідності, можна визначити радіус контуру дренажу свердловини

$$R_k = \sqrt{\frac{\alpha}{N_2}}. \quad (3)$$

Оскільки відомий радіус свердловини, то можна відразу розрахувати скін-ефект за формулою

$$S = \ln \frac{r_c}{r_n}. \quad (4)$$

Якщо вже розрахований коефіцієнт п'єзопровідності, та відомі пластовий тиск та динамічна в'язкість газу, то можна розрахувати параметр відношення проникності k до пористості m

$$\psi = \frac{k}{m} = \frac{\alpha \cdot \mu}{P_{nz}}. \quad (5)$$

За відомою величиною показника ψ знаходимо середній діаметр пор продуктивного пласта $d_{cp} = \sqrt{32\psi}$.

В результаті використання нової функції F , що дорівнює добутку ємності і провідності пласта,

$$F = kh \cdot mh = \psi m^2 h^2 = \psi (mh)^2, \quad (6)$$

яка представляє собою параболу (рисунок 1), побудовану в координатах (F, mh) і дотична до якої в точці максимуму відтинає на осі абсцис відрізок x_0^* , причому $x_0^* = \frac{kh}{2\psi}$, ефективну товщину пласта розраховуємо за формулою

$$h = \frac{dF}{d(mh)} \cdot \frac{1}{\psi(m_1 + m_2)}, \quad (7)$$

де m_1 і m_2 - найменша і найбільша можлива величина значення пористості, отриманого з коридору імовірних значень залежності $k = f(m, \psi)$ для даного продуктивного пласта (рисунок 2). Провідність пласта розраховуємо за формулою

$$kh = \Omega \cdot \mu, \quad (8)$$

де $\Omega = \frac{kh}{\mu}$ - газопровідність пласта, а ємність за формулою

$$mh = U = \frac{kh}{\psi} = \frac{W}{\psi}. \quad (9)$$

Тоді проникність і пористість розраховується за формулами

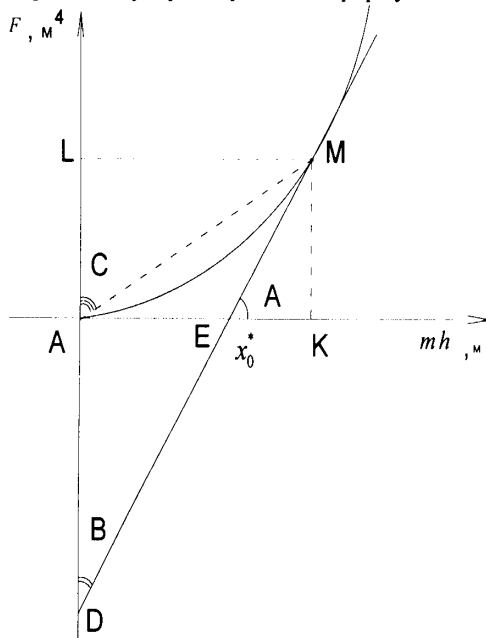
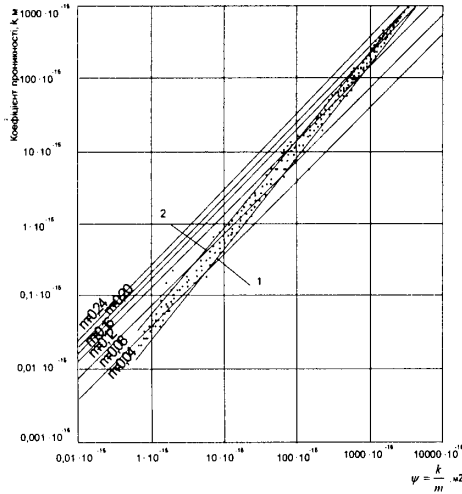


Рисунок 1 - Функція добутку ємності і провідності газонасиченого пласта

$$k = \frac{W}{h}, \quad (10)$$

$$m = \frac{U}{h}. \quad (11)$$



1 – найменша можлива пористість продуктивного пласта; 2 - найбільша можлива пористість продуктивного пласта

Рисунок 2 - Графік функції $k = f(m, \psi)$

Таким чином, визначені параметри: $P_{пл}$, $T_{пл}$, дійсний дебіт газу перед зупинкою роботи свердловини Q_0 , газопровідність присвердловинної зони пласта $\left(\frac{kh}{\mu}\right)_1$, газопровідність віддаленої зони пласта $\left(\frac{kh}{\mu}\right)_2$, коефіцієнт привибійної закупорки Π_1 , комплексний параметр $\frac{R_k}{r_n}$, коефіцієнт лінійного опору рівняння припливу A , коефіцієнт інерційного опору рівняння припливу B , коефіцієнт продуктивності $K = \frac{1}{A}$, рівняння припливу $\frac{P_{пл}^2 - P_{виб}^2}{2P_{ам}Q^2} = AQ + BQ^2$, абсолютно вільний дебіт газу $Q_{ав}$, зведений радіус $r_n = \sqrt[11]{e^n}$, комплексні параметри п'єзопровідності $\frac{\varkappa}{r_n^2}$ та $\frac{\varkappa}{R_k^2}$, п'єзопровідність пласта \varkappa , радіус контуру дренавання R_k , скін-ефект S , параметр відношення проникності до пористості

$\psi = \frac{k}{m}$, інформаційний параметр x_0^* , максимальне значення функції $F = \psi(mh)_{\max}$, ефективна товщина пласта h , провідність kh , ємність mh , проникність k і пористість m , середній діаметр пор досліджуваного пласта $d_{cp} = \sqrt{32\psi}$.

Також у другому розділі викладена нова методика розрахунку газогідродинамічних параметрів газоконденсатних свердловин за промисловими даними, отриманими в результаті дослідження лише на одному фактично відпрацьованому режимі для випадків, коли концентрація вуглеводневих та не вуглеводневих компонентів не перевищує 10%, щоб мати можливість користуватися рівнянням газового стану без урахування фактору ацентричності сил взаємодії між молекулами.

Відомо, що в процесі дослідження газоконденсатних свердловин густину газоконденсатної суміші визначають за формулою

$$\rho_{\text{сум.см}} = \frac{\rho_z Q_z + \rho_k Q_k}{Q_z + a_k Q_k}, \quad (12)$$

або з урахуванням того, що $a_k = 24 \frac{\rho_k}{M_k}$ отримаємо

$$\rho_{\text{сум.см}} = \frac{M_k (\rho_z Q_z + \rho_k Q_k)}{M_k Q_z + 24 \rho_k Q_k}, \quad (13)$$

а дебіт газоконденсатної суміші

$$Q_{\text{сум}} = Q_z + \frac{24 \rho_k Q_k}{M_k}. \quad (14)$$

Якщо молекулярна маса конденсату невідома, то скористатися цими формулами неможливо. В цьому випадку невідомі також критичні тиск і температура.

Пропонується метод визначення $\rho_{\text{сум.см}}$ та $Q_{\text{сум}}$ при невідомій молекулярній масі конденсату M_k та визначення $P_{кр}$, $T_{кр}$ для газу із незначним вмістом конденсату, що дозволило б спростити та здешевити визначення питомої газової сталої R , порівняно з традиційним методом розрахунку її на основі адитивності парціальних об'ємів або тисків. В його основу покладено глибинні вимірювання тиску в статичних умовах в свердловині.

Для реалізації цього методу після зупинки роботи свердловини і відновлення пластового тиску до величини пластового $P_{пл}$ вимірюють пластовий тиск в свердловині на висоті Δh вище вибою. Розраховують густину газу із незначним вмістом конденсату $\rho_{\text{сум.пл}}$ в пластових умовах за відомою формулою

$$\rho_{\text{сум.пл}} = \frac{\Delta P}{g \Delta h}. \quad (15)$$

Запишемо рівняння Клапейрона-Менделєєва для газу із незначним вмістом конденсату в пластових і стандартних (при $P_{ам} = 0,1013027 \cdot 10^6 \text{ Па}$ і $T_{см} = 293\text{К}$) умовах відповідно

$$\frac{P_{нз}}{\rho_{сум.нз}} = Z_{нз} RT_{нз}, \quad (16)$$

$$\frac{P_{ам}}{\rho_{сум.см}} = Z_{ам} RT_{см}. \quad (17)$$

Після ділення першого виразу (16) на (17) отримуємо

$$\frac{\rho_{сум.см} \cdot P_{нз}}{\rho_{сум.нз} \cdot P_{ам}} = \frac{Z_{нз} \cdot T_{нз}}{Z_{ам} \cdot T_{см}}, \quad (18)$$

$$\frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.см} \cdot Z_{ам}} = \frac{P_{нз} \cdot T_{см}}{P_{ам} \cdot \rho_{сум.нз} \cdot T_{нз}}. \quad (19)$$

В правій частині отриманої формули всі величини відомі, а в лівій - кожна величина невідома. Розраховуємо в цілому величину $\frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.ам} \cdot Z_{ам}}$ і будуємо графік (рисунок 3) в координатах $y = \frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.см} \cdot Z_{ам}}$, $x = \bar{\rho}_{сум.см}$, на якому величина в цілому, що розрахована за формулою $\frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.см} \cdot Z_{ам}} = const$ зображена лінією 1, яка паралельна осі абсцис. На рисунку $\bar{\rho}_{сум.см}$ - відносна густина суміші по повітрю в стандартних умовах. Задаємося довільними значеннями $\bar{\rho}_{сум.см}$ та розраховуємо відповідні їм величини $\frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.ам} \cdot Z_{ам}}$, будуємо лінію 2, з точки перетину А ліній 1 і 2 опускаємо перпендикуляр на вісь абсцис. Абсциса точки Б перетину перпендикуляра з віссю абсцис чисельно дорівнює величині реального значення відносної величини $\rho_{сум.см}$ по повітрю $\bar{\rho}_{сум.см}$. Це розрахункова величина, оскільки в стандартних умовах газу із незначним вмістом конденсату в стані $\bar{\rho}_{сум.см}$ не існує.

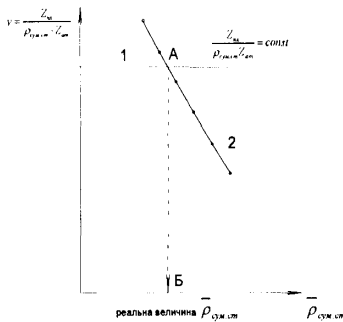


Рисунок 3 - Графо - аналітичний метод визначення величини $\frac{Z_{нз}}{\rho_{сум.ам} \cdot Z_{ам}}$

Визначивши величину $\bar{\rho}_{\text{сум.ст}}$ і використовуючи графіки залежності $P_{\text{кр}}$ і $T_{\text{кр}}$ від $\bar{\rho}$, знаходимо величини критичного тиску $P_{\text{кр}}$ і критичної температури $T_{\text{кр}}$ даної газоконденсатної суміші.

Після визначення $P_{\text{кр}}$ і $T_{\text{кр}}$ можна розрахувати питому газову сталу R за наступними формулами, які рівнозначні

$$R = \frac{P_{\text{ні}}}{\rho_{\text{сум.ні}} \cdot Z_{\text{ні}} \cdot T_{\text{ні}}}, \quad (20)$$

$$R = \frac{P_{\text{ат}}}{\rho_{\text{сум.ст}} \cdot Z_{\text{ат}} \cdot T_{\text{ст}}}. \quad (21)$$

Метод розрахунку R газоконденсатної суміші за цими формулами значно спрощує, прискорює і здешевлює визначення цієї величини порівняно з традиційним методом розрахунку на основі закону адитивності парціальних об'ємів або тисків. В рівній мірі це стосується визначення $\bar{\rho}_{\text{сум.ст}}$ запропонованим методом. Визначивши величину $\bar{\rho}_{\text{сум.ст}}$ із відомого співвідношення,

$$\bar{\rho}_{\text{сум.ст}} = \frac{\rho_{\text{сум.ст}}}{\rho_{\text{нов.ст}}}, \quad (22)$$

розраховуємо $\rho_{\text{сум.ст}}$ за формулою

$$\rho_{\text{сум.ст}} = \bar{\rho}_{\text{сум.ст}} \cdot \rho_{\text{нов.ст}}. \quad (23)$$

Визначивши величину $\rho_{\text{сум.ст}}$, дебіт газоконденсатної суміші легко розрахувати за формулою,

$$Q_{\text{сум}} = \frac{Q_c \rho_c + Q_k \rho_k}{\rho_{\text{сум.ст}}}, \quad (24)$$

навіть не знаючи молекулярну масу конденсату.

Згідно сучасній технології дослідження і діючій методиці розрахунку густини газу із незначним вмістом конденсату $\rho_{\text{сум.ст}}$ та дебіту газу із незначним вмістом конденсату $Q_{\text{сум}}$ розраховують за формулами, в які входить величина дебіту газоконденсату Q_x .

Для вимірювання Q_x застосовується звичайно газосепаратор. Зроблена спроба виключити газосепаратор із процесу дослідження свердловини. Якщо вирішити (13) відносно Q_x , одержимо

$$Q_x = \frac{Q_s M_x (\rho_{\text{сум.ст}} - \rho_s)}{(M_x - 24 \rho_{\text{сум.ст}}) \rho_s}. \quad (25)$$

Ця формула переконливо свідчить, що дебіт газоконденсату (рідини) Q_x можна розрахувати, а не вимірювати, завдяки вирішенню задачі визначення $\rho_{\text{сум.ст}}$ на основі вимірювання тиску в свердловині в статичних умовах.

Із розрахункової формули (14) також можна виключити дебіт конденсату (рідини) Q_c . Якщо записати її у вигляді

$$Q_{\text{сум}} = Q_c + \frac{24 \rho_k Q_k}{M_k} = \frac{Q_c M_k + 24 \rho_k Q_k}{M_k}, \quad (26)$$

то формула (13) набере вигляду

$$Q_{\text{сум}} = \frac{Q_c \rho_c + Q_k \rho_k}{\rho_{\text{сум.см}}}. \quad (27)$$

Отже, визначивши $\rho_{\text{сум.см}}$, дебіт суміші легко розрахувати, навіть не знаючи величину M_k . Якщо підставити в формулу (27) вираз (25), одержимо

$$Q_{\text{сум}} = \frac{Q_c M_k \left[\rho_c \left(1 - \frac{24 \rho_{\text{сум}}}{M_k} \right) + (\rho_{\text{сум}} - \rho_c) \right]}{(M_k - 24 \rho_{\text{сум}}) \rho_{\text{сум}}}. \quad (28)$$

В цю розрахункову формулу дебіту газу із незначним вмістом конденсату $Q_{\text{сум}}$ не входить величина дебіту газоконденсату (рідини) Q_c , це свідчить, що газосепаратор можна виключити із циклу дослідження свердловини, що може бути додатковим резервом здешевлення та спрощення робіт з дослідження свердловин.

Далі розраховуємо інші газогідродинамічні параметри газоконденсатної свердловини.

Якщо маємо один фактично відпрацьований режим її роботи, КВТ математично обробляють інтегральним методом Е.Б.Чекалюка і визначають параметр $\frac{\alpha}{r_n^2}$. Також обробляють її диференціальним методом І.А.Чарного і

визначають інший комплексний параметр $\frac{\alpha}{R_n^2}$. Після ділення першого $\frac{\alpha}{r_n^2} = N_1$ на другий $\frac{\alpha}{R_n^2} = N_2$ одержуємо величину $\frac{R_n^2}{r_n^2}$, що дозволяє розрахувати

$$\ln \frac{R_n}{r_n} = \ln \sqrt{\frac{N_1}{N_2}}. \quad (29)$$

Для визначення газопровідності присвердловинної зони продуктивного пласта $\left(\frac{kh}{\mu} \right)_1$ початкову ділянку КВТ обробляють інтегральним методом

Е.Б.Чекалюка, комплексний параметр п'єзопровідності $\frac{\alpha}{r_n^2} = N_1$, перед розрахунком $\frac{\alpha}{r_n^2}$ необхідно спочатку визначають коефіцієнти опору A і B .

Коефіцієнт привибійної закупорки пласта Π , розраховують за формулою

$$\Pi_v = \frac{Q_a T_{nv} Z_{nv} i}{2 P_{am} \beta T_{cm}}. \quad (30)$$

Зведений радіус свердловини розраховують за формулою

$$r_n = r_c^{\Pi_v} \cdot \sqrt{e^n}, \quad (31)$$

де $n = \Pi_v \ln r_c - (\Pi_v - 1) \cdot \ln \frac{R_c}{r_n}$ (r_c - радіус свердловини по долоту).

Використовуючи величину r_n^2 , розраховують коефіцієнт п'єзопровідності α .

Показник якості розкриття пласта S (скін - ефект) розраховують за формулою (4), а параметр співвідношення проникності до пористості продуктивного пласта визначають за формулою

$$\psi = \frac{k}{m} = \frac{\alpha \mu}{P_{nv}}. \quad (32)$$

Помноживши газопровідність віддаленої зони пласта $\left(\frac{kh}{\mu}\right)_2$ на в'язкість газу із незначним вмістом конденсату в пластових умовах, одержують величину провідності пласта kh :

$$kh = W = (\Omega)_2 \cdot \mu_{nv}. \quad (33)$$

Інформативний параметр x_o^* розраховують за формулою:

$$x_o^* = \frac{kh}{2\psi}. \quad (34)$$

Ємність продуктивного пласта mh знаходять за формулою:

$$mh = \frac{kh}{\psi}. \quad (35)$$

Вводимо функцію f , яка пов'язує ємність пласта mh та проникність k і дорівнює їх добутку:

$$f = mh \cdot k. \quad (36)$$

Графік функції добутку ємності і проникності продуктивного пласта $f = 2x_o^* k$ в координатах $y = f = 2x_o^* k$, $x = mk$ приведений на рисунку 4.

Перша похідна від функції $f = 2x_o^* k$ по mk (параболи ОАБ) на інформативній ділянці $a\delta$ дорівнює половині ефективної товщини пласта:

$$\frac{df}{d(mk)} = \frac{1}{2} h, \quad (37)$$

де h - ефективна товщина продуктивного пласта;

m - коефіцієнт пористості продуктивного пласта;

k - коефіцієнт проникності продуктивного пласта.

Із рисунка 3 видно, що:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{h}; \quad (38)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{df}{d(mk)} = \frac{1}{2} h; \quad (39)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = h. \quad (40)$$

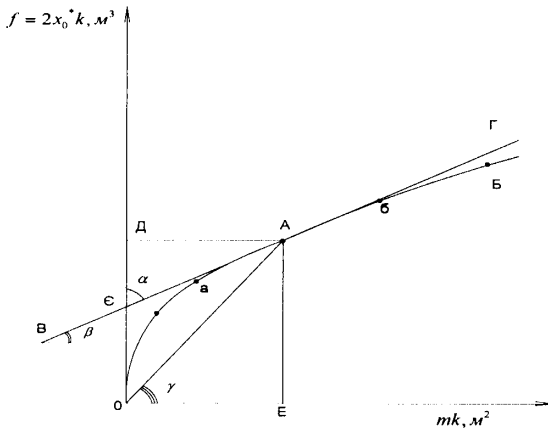


Рисунок 4 - Графік функції $f = 2x_0^2 k$ для визначення ефективної товщини продуктивного пласта

Для розрахунку ефективної товщини пласта h необхідно визначити інформативну ділянку параболи ad (рисунок 4). Абсцису точки a можна розрахувати, якщо умовно прийняти, що інтервал перфорації (або відкритий стовбур свердловини) дорівнює ефективній товщині продуктивного пласта. Абсцису точки δ можна визначити із верхньої обвідної масиву значень $k = f(\psi, m)$ при фіксованому (реальному для даного продуктивного пласта) значенні $\psi = \frac{k}{m}$. Величину $\psi = \frac{k}{m}$ визначають за формулою (32). Ділянку параболи ad вирівнюють, обробляючи математично, наприклад, методом найменших квадратів, і одержують величину $\operatorname{tg} \beta$ тобто $\frac{1}{2} h$.

Поділивши показники (комплексні параметри) провідність kh і ємність mh газоконденсатного пласта на ефективну товщину h , одержують коефіцієнти проникності $k = \frac{W}{h}$ і пористості $m = \frac{U}{h}$ відповідно.

Для розрахунку необмеженої кількості стаціонарних режимів роботи свердловини необхідно розрахувати коефіцієнти лінійного A та інерційного B опорів припливу газу із незначним вмістом конденсату до вибою свердловини, що входять в рівняння припливу:

$$\frac{P_{нз}^2 - P_{виб}^2}{2P_{ат}} = A Q_{сум} + B Q_{сум}^2. \quad (41)$$

Інший підхід для визначення коефіцієнтів опору A і B базується на використанні формули (3) для розрахунку A ; величини r_n і R_x розраховують за формулами (31) та наступною

$$R_x = \sqrt{\pi t \alpha}, \quad (42)$$

де R_x - радіус контуру депресії; α - коефіцієнт п'єзопровідності; t - час, починаючи з моменту запуску свердловини в роботу, до повної стабілізації припливу газоконденсату до вибою свердловини.

Після визначення коефіцієнтів A і B рівняння припливу режими роботи свердловини розраховують за двочленною формулою (41).

Таким чином, задача розрахунку необмеженої кількості стаціонарних режимів роботи свердловини на основі одного фактично відпрацьованого стаціонарного режиму аналітично вирішена. Розраховані також коефіцієнти пористості m проникності k , ефективної товщини пласта h та ін. (не менше 20).

Крім цього доведена можливість проведення дослідження газоконденсатної свердловини без застосування газосепаратора.

У третьому розділі наведено технічні засоби для дослідження газових і газоконденсатних свердловин та удосконалену технологію дослідження газових та газоконденсатних свердловин, що дозволяє проводити їх дослідження лише на одному фактично відпрацьованому режимі, завдяки чому стає можливим застосування нових удосконалених методик інтерпретації отриманих при цьому даних.

Вказано, що в перспективі можливе дослідження газової свердловини на одному фактично відпрацьованому режимі (при подальшому розвитку технічних засобів, які могли б забезпечити його проведення у відкритому стовбурі свердловини, коли пласт найкраще зберігає свої природні колекторські властивості), використовуючи технологію дослідження газових пластів з випуском газу на поверхню.

При проведенні робіт з дослідження газових і газоконденсатних свердловин використовувались удосконалені технічні засоби, захищені патентами України, до яких відносяться: засувка газодинамічної дії (яка, при збереженні рівнопрохідного з трубопроводом каналу, надійна і безпечна при перекритті газового потоку високого тиску, управляється цим же високим тиском та має малі габарити); вимірювач дебіту газу (який забезпечує безперервне вимірювання дебіту припливу газу з пласта при його критичному витіканні, підвищуючи цим безпеку проведення робіт при дослідженні на різних режимах, причому, перехід з одного режиму на інший виконується швидкою заміною діафрагми одного діаметра на інший з дистанційним керуванням; запірно-поворотний промивальний клапан, який може забезпечити зміну величини депресії на пласт з меншої величини на більшу за один спуск випробувального інструменту, зокрема при випробуванні гранулярно-тріщинуватих колекторів, та при випробуванні

газонасичених пластів з випуском газу на поверхню, що дозволяє скоротити час перебування інструменту на вибої свердловини для запобігги його прихопленню.

У четвертому розділі викладено порівняльний аналіз ефективності розроблених та відомих методик розрахунку газогідродинамічних характеристик пластів на прикладі свердловин ДДЗ. Для цього проведені розрахунки ємнісно-фільтраційних параметрів продуктивних пластів газових та газоконденсатних свердловин за новою методикою (за результатами дослідження свердловини лише на одному фактично відпрацьованому режимі), методом сталих відборів і експрес-методом.

Алгоритм обробки даних досліджень газових свердловин показано на прикладі розрахунку газогідродинамічних параметрів об'єктів свердловини №54 Матвіївського газового родовища Солохівського промислу). Для обробки фактичних даних газоконденсатних свердловин використані матеріали з дослідження об'єктів св. №2 Кавердинської площі. Загалом був оброблений масив даних з досліджень об'єктів на вказаних свердловинах і проведено порівняння коефіцієнтів лінійного та інерційного опорів рівнянь припливу, отриманих із застосуванням нової методики розрахунку параметрів та відомих методик, що підтвердило ефективність нової методики.

Перевірка нової методики розрахунку газогідродинамічних параметрів пластів на фактичному матеріалі дослідження газової свердловини №54 Матвіївського родовища Солохівського промислу виконана в математичному середовищі MathCad і викладена в форматі htm, де чітко простежується алгоритм розрахунків. В результаті розраховано більше 20 газогідродинамічних параметрів вказаної свердловини.

Створена математична модель при розрахунку газогідродинамічних параметрів пласта дозволяє на основі даних одного фактично відпрацьованого режиму розрахувати необмежену кількість режимів дослідження і оперативно отримати параметри продуктивного пласта, які необхідні для підрахунку підземних запасів газоконденсатної суміші і підготовки проекту родовища.

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, в якій наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-практичної задачі розроблення прискореного методу газогідродинамічних досліджень свердловин за рахунок лише на одному фактично відпрацьованому режимі: удосконалений метод досліджень, методику їх проведення та обробки результатів, а також удосконалені технічні засоби для їх проведення.

Отримано наступні основні результати роботи:

1. Запропоновано прискорений метод газогідродинамічних досліджень газових та газоконденсатних свердловин, який включає поєднання досліджень на неусталених режимах фільтрації і досліджень на одному усталеному режимі фільтрації.

2. Розроблений метод прискореного дослідження газових та газоконденсатних свердловин, який включає вимірювання параметрів в процесі

роботи свердловини з досягненням стабілізації припливу і в процесі відновлення пластового тиску з наступною зупинкою реєстрації параметрів після досягнення статичного стану у свердловині.

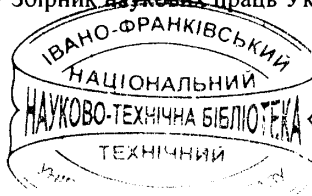
3. Запропонована методика оброблення результатів прискореного дослідження свердловин з використанням кривої відновлення тиску і роботи свердловини на одному режимі.

4. Доведено ефективність запропонованого методу досліджень та розробленої методики шляхом порівняння коефіцієнтів A і B рівняння припливу, розрахованих за методом сталих відборів аналітичним способом, методом сталих відборів графічним способом, новою методикою, а також за експрес-методом; похибка не перевищує відповідно 0,27; 1,2 та 8,67%.

Можна очікувати, що за рахунок виконаних досліджень втрати газу та газоконденсату в процесі дослідження скоротяться в 5-7 разів, витрати коштів і часу на дослідження в 5-7 разів, при цьому суттєво збільшиться обсяг отриманої геологічної інформації та підвищиться її точність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Акульшин А.А. О повышении эффективности определения продуктивных параметров газоконденсатного пласта в условиях ограничения времени исследований одним режимом. /Александр Акульшин, Николай Рой // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. - 2013. – № 4. – С. 33 – 37.
2. Матус Б.А. Про можливість дослідження свердловин на одному стаціонарному режимі / Б.А.Матус, М.М.Рой, Ю.В.Ластовка, В.Г.Ластовка, С.В.Попенко //Збірник наукових праць УкрДГРІ – Київ. - 2005. №2. – С. 210-211.
3. Клименко Ю.О.. Технічні засоби і технологія випробування газонасичених пластів в процесі буріння свердловин / Ю.О. Клименко, В.П. Токарев, В.Г. Ластовка, М.М. Рой, Ю.В.Ластовка // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2006. – №2. – С. 111-115.
4. Рой М.М. Аналітичний підхід до методів розрахунку коефіцієнта стисливості газу / Никола Рой, Юрій Ластовка // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – Київ, 2007. – №1. – С. 126-129.
5. Акульшин О.О. Використання розрахункових і графо-аналітичних методів під час дослідження газоконденсатних свердловин / О.О.Акульшин, М.М.Рой // Нафтова і газова промисловість. – 2008 р., №4. – С 40-41.
6. Клименко Ю.О., Токарев В.П., Ластовка В.Г., Рой М.М., Ластовка Ю.В. Удосконалений комплекс наземного обладнання для дослідження свердловин // Збірник наукових праць УкрДГРІ.– Київ. – 2007. – №3 – С. 190 - 193.
7. Рой М.М., Ластовка В.Г. Нове аналітичне рішення визначення гідрогазодинамічних параметрів пласта при дослідженні свердловин на одному стаціонарному режимі // Збірник наукових праць УкрДГРІ.– Київ. – 2010. – № 3-4 – С. 190 - 193.



8. Рой М.М. Підвищення точності визначення ефективної товщини, коефіцієнтів пористості та проникності продуктивного пласта // Микола Рой, Віктор Ластовка // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2011. - №1. – С. 204 - 210.

9. Акульшин О.О. Підвищення ефективності дослідження газових та газоконденсатних свердловин /Олександр Акульшин, Микола Рой // Збірник наукових праць ДП «Науканафтогаз» “Проблеми нафтогазової промисловості”. - 2011. – №9. – С 227 – 234.

10. Пат. 11152 Україна, МПК⁷ Е 21 В11/00. Засувка газодинамічної дії / Клименко Ю.О, Токарев В.П.,Ластовка В.Г., Рой М.М., Ластовка Ю.В; заявник і власник УкрДГРІ. – № 200505097; заявл. 30.05.05; опубл. 15.12.05, Бюл №12.

11. Пат. 16517 Україна, МПК⁷ Е 21 В/33 12. Вимірничач дебіту газу / Клименко Ю.О, Токарев В.П., Ластовка В.Г., Рой М.М., Ластовка Ю.В; заявник і власник УкрДГРІ. – № 200601237; заявл. 08.02.06; опубл. 15.08.06, Бюл. №8.

12. Пат.28146 Україна. МПК Е21В 33/12. Запірно-поворотний промивальний клапан / Клименко Ю.О., Токарев В. П., Ластовка В. Г., Рой М. М., Ластовка Ю.В. (Україна) - № u 200708499 Заявл. 24.07.07; Опубл. 26.11.07 //Промислова власність .-2007.- Бюл. № 19- С 7.

13. Рой М.М. Перспективність випробування газонасичених пластів у процесі буріння в режимі пробної експлуатації / Микола Рой, Віктор Ластовка // Матеріали наук.-техн. конф. [«Підвищення ефективності буріння свердловин та інтенсифікації нафтогазовидобутку на родовищах України»], (Івано-Франківськ, 16-18 лист. 2010р.) / М-во освіти та науки України, Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу. – І-Ф.: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2010. – С. 62-64.

14. Рой М.М. Комплекс свердловинного обладнання для забезпечення випробування газонасичених пластів у процесі буріння з випуском газу на поверхню / М. М. Рой, А.М. Матвієнко, В. Г. Ластовка // Матеріали наук.-техн. конф. [«Нафтогазова енергетика 2013»], (Івано-Франківськ, 7 - 11 жовт. 2013 р.) / М-во освіти та науки України, Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу. – І-Ф.: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2013. – С. 99 - 101.

15. Рой М.М., Ластовка В.Г. Аналітичне визначення параметрів газоконденсатного пласта : Праці конф. 4 – 8 жовтня 2010 р., Ялта / відп. Ред. М.А. Коровіна. Ялта.: ТОВ «Екологія Наука Техніка», 2010 р. – С.12-13.

16. Акульшин О.О. Моніторинг промислових даних при дослідженні газових та газоконденсатних свердловин при нестационарному режимі фільтрації /Олександр Акульшин, Микола Рой // Матеріали наук.-техн. конф. [«Нафтогазова енергетика 2013»], (Івано-Франківськ, 7 - 11 жовт. 2013 р.) / М-во освіти та науки України, Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу. – І-Ф.: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2013. – С. 507 - 512.

АНОТАЦІЯ

Рой М.М. Удосконалення газогідродинамічних методів досліджень газових та газоконденсатних свердловин. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.06. – розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2014.

Захищаються 16 наукових праць, які містять теоретичні дослідження, узагальнення та математичні викладки, алгоритм обробки фактичних результатів дослідження.

Створено методику розрахунку рівняння припливу газу та газоконденсату і загального розрахунку газогідродинамічних параметрів (більше 20) газових та газоконденсатних свердловин за результатами дослідження їх лише на одному фактично відпрацьованому режимі з використанням програм, виконаних в найсучаснішому математичному середовищі.

Ключові слова: дослідження свердловин, стаціонарний режим, математична модель, газогідродинамічні параметри пласта, крива відновлення тиску, дебіт припливу.

АННОТАЦИЯ

Рой М.М. Усовершенствование газогидродинамических методов исследований газовых и газоконденсатных скважин. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук за специальностью 05.15.06. - разработка нефтяных и газовых месторождений. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2014.

Защищаются 16 научных трудов, которые содержат теоретические исследования, обобщения и математические выкладки, алгоритм обработки фактических результатов исследования и показана перспективность применения полученных результатов для исследования скважин в режиме пробной эксплуатации.

Создано впервые методику расчета уравнения притока газа и газоконденсата и общего расчета гидрогазодинамических параметров (более 20) газовых и газоконденсатных скважин по результатам исследования их на одном фактически отработанном режиме с использованием методики, выполненной в самой современной математической среде.

Новая методика расчета газогидродинамических параметров исследуемых пластов базируется на наиболее универсальных и наиболее точных методах расчета, за счет чего обеспечивается исключение приближенных методов расчета, а следовательно повышается точность полученных параметров, а также увеличивается объем получаемой информации об исследуемых объектах.

Разработан впервые метод ускоренного исследования газовых и газоконденсатных скважин, который включает измерение параметров в процессе работы скважины с достижением стабилизации притока с последующим закрытием скважины для достижения восстановления пластового давления со последующей остановкой регистрации параметров после достижения статического состояния в скважине.

Новый ускоренный метод исследования скважин, а также методика расчета газогидродинамических параметров прошли проверку в промышленных условиях на скв. № 54 Матвеевская и скв. №2 Кавердинская, результатом чего стали рекомендации, выданные производителям относительно определения оптимального режима эксплуатации скважин и сохранения природных величин газогидродинамических параметров исследуемых продуктивных пластов.

На основании полученных результатов исследования изложена новая методика обработки фактических данных исследования объектов газовой (Матвеевская №54) и газоконденсатной (Кавердинская №2) скважин с целью определения емкостно-фильтрационных параметров одновременно призабойной зоны и удаленной зоны скважин по результатам исследования их лишь на одном фактически отработанном режиме исследования.

Применен соответствующий алгоритм расчета параметров по новой методике. Доказана эффективность предложенного метода и методики для оценки газогидродинамических параметров гранулярных продуктивных коллекторов при их исследовании на одном фактически отработанном режиме. Показана погрешность при обработке данных газогидродинамических исследований предложенным и традиционными методами, которая составила соответственно: 1,29% и 8,67%.

Усовершенствованы на уровне патентов Украины технические средства (малогабаритная задвижка газодинамического действия, измеритель дебита газа, запорно-поворотный промывочный клапан), позволяющие повысить качество и безопасность исследования скважин, а также позволяющие исследовать даже высокодебитные скважины при нестационарном режиме фильтрации, после остановки которых пластовое давление восстанавливается мгновенно.

Можно утверждать, что предложенные методика расчета гидрогазодинамических параметров, ускоренный метод исследования скважин и усовершенствованные технические средства значительно сократят время исследования (в 5-7 раз), увеличат объем полученной информации (в 2-3 раза) и повысят ее точность, а также расширят границы исследования малodeбитных скважин и скважин на стадии истощения запасов продукции.

Ключевые слова: исследование скважин, стационарный режим, математическая модель, гидрогазодинамические параметры пласта, кривая восстановления давления, дебит притока.

НТБ
ЮНТУНГ



an2458

ABSTRACT

Roy of N.N. Improvement of gazgidrodinamic researches methods gas of gas and gazcondensate wells. – On the manuscript.

Dissertation on the competition of scientific degree candidate of engineerings sciences by speciality 05.15.06. – development oil and gas deposits. - Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Ivano-Frankivsk, 2014.

There are on the defensive 16 scientific labours, which contain theoretical researches, generalizations and mathematical letups, algorithm for treatment of research results. The method of calculation the equalization of influx gas and gazcondensate of stage-by-stage and general calculation of gidrogazdynamic parameters (more than 20) of gas and gazcondensate wells is created at research them on one actually exhaust mode by the programs, executed in the most modern mathematical environment.

Keywords: research of wells, stationary mode, mathematical model, gidrogazdynamic parameters of layer, curve of repressuring, debit of influx.