

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
015 «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА» (Нафтогазова справа)
ТА 185 «НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Моделювання технологічних процесів. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами спеціальностей 015 Професійна освіта (Нафтогазова справа) та 185 Нафтогазова інженерія та технології / В.О. Расцветаєв, В.В. Яворська. Д., : НТУ «ДП», 2024. – 123 с.

Автори:

В.О. Расцветаєв, канд. техн. наук, доцент

В.В. Яворська, асистент кафедри нафтогазової інженерії та буріння

Затверджено методичною комісією зі спеціальності 015 Професійна освіта (Нафтогазова справа) (протокол № 5 від 09.07.2024р.) та методичною комісією зі спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології (протокол № 8 від 09.07.2024р.) за поданням кафедри нафтогазової інженерії та буріння (протокол № 19 від 09.07.2024 р.).

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторних робіт з моделювання технологічних процесів.

Призначено для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології та 015 Професійна освіта (Нафтогазова справа).

Зміст

Лабораторна робота 1. Багатосвердловина модель в Harmony	3
Лабораторна робота 2. Нетипова багатосвердловина модель в Harmony	36
Лабораторна робота 3. Числова модель Harmony	58
Лабораторна робота 4. Моделювання виходу нафти зі свердловини	90

Лабораторна робота 1. Багатосвердловина модель в Harmony

Існує два типи багатосвердловиної моделі:

- Традиційний – використовуйте для моделювання свердловин із вертикальним, горизонтальним або розривним закінченням.
- Нетрадиційний – використовуйте для моделювання горизонтальних свердловин багаторазового гідророзриву.

Звичайна багатосвердловина модель

За допомогою традиційної моделі з кількома свердловинами (CMW) ви можете моделювати кілька свердловин, використовуючи групову числову модель, щоб зіставити історію продуктивних свердловин і спрогнозувати майбутній видобуток. Теоретичну інформацію дивіться в модифікаціях для багатосвердловинних моделей.

Примітка. Ця модель працює з вашою ліцензією Harmony Reservoir™.

Перш ніж почати використовувати багатосвердловину модель, переконайтеся, що всю необхідну інформацію додано до проекту Harmony Enterprise:

- Заповніть розташування піщаної поверхні для кожної свердловини на вкладці «Атрибути».
- Заповніть дані про видобуток свердловини (дебіти та тиск на піщану поверхню) у редакторі видобутку для кожної свердловини в групі.
- Вкажіть властивості колектора та рідини в редакторі властивостей групи.

Коли ви створюєте нову модель із кількома свердловинами, властивості групового резервуара застосовуються автоматично.

- Заповнення інформації про стовбур свердловини (наприклад, дослідження відхилення, заповнення та дані про перфорацію) не потрібне. Однак ми рекомендуємо заповнювати цю інформацію, оскільки це допомагає запуснути багатолункову модель із правильними параметрами за замовчуванням.

Ми рекомендуємо виконати аналізи та/або моделювання для окремих лунок перед використанням багатолункової моделі. Ви можете ввести параметри з

аналізу окремих свердловин як відправну точку для багатолункової моделі. Крім того, ви можете виконувати певні групові аналізи. Наприклад, баланс матеріальних потоків (FMB), виконаний на групі, дає оцінку вихідної рідини на місці для пласта.

За замовчуванням відкривається вкладка «Графіки» (з вибраною кнопкою «Свердловини») з інформаційною панеллю з чотирма графіками.

Для отримання додаткової інформації перегляньте інформаційну панель.

Створення моделі

Щоб створити модель CMW:

1. Створіть групу (у Entity Viewer - Hierarchy або Entity Viewer - Custom), яка містить усі лунки, які ви хочете включити до моделі.

2. Запустіть групу для аналізу. Додаткову інформацію див. у розділі Вибір сутності для аналізу.

3. Клацніть зображення групи та виберіть Багатофазна багатолункова модель, звичайна.

Ви можете створити модель Black Oil, Volatile Oil або Gas Condensate:

- Black Oil – враховує газ, розчинений у рідині, але не враховує рідину, що випарувалася в газі; тому вам не слід створювати модель чорної нафти для групи, яка має багатий рідиною газ як тип газу.

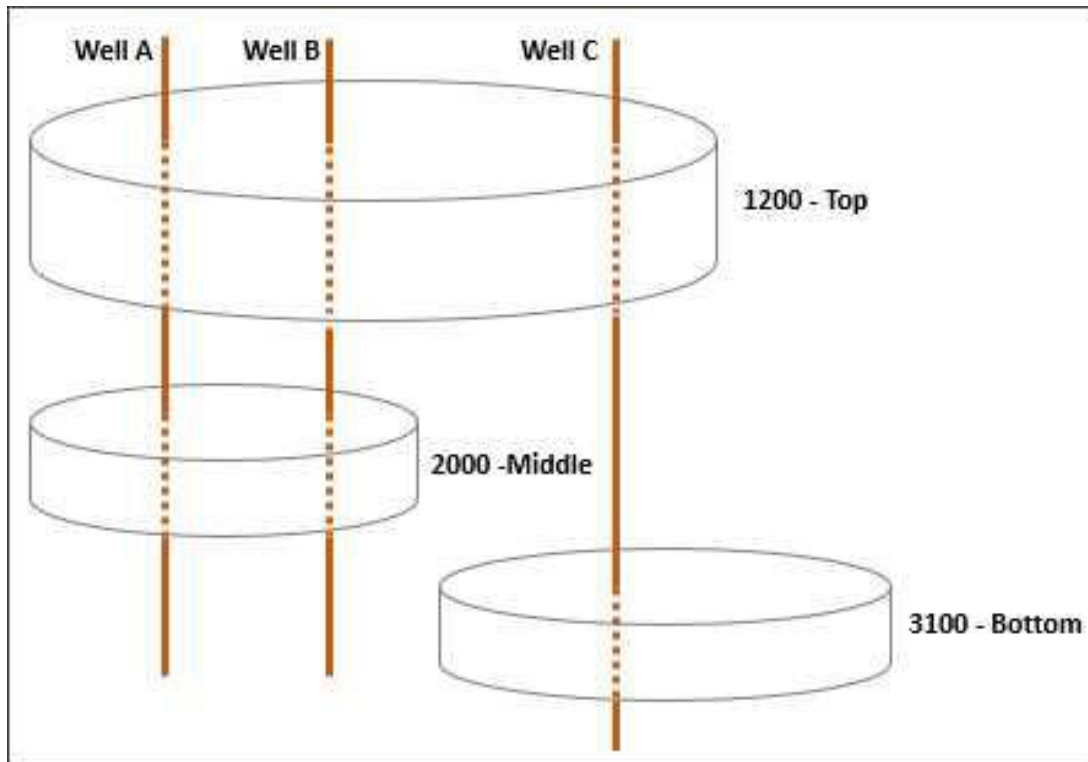
- Газовий конденсат – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує випаровування рідини в газі. Цю модель слід використовувати лише для груп, які мають багатий рідиною газ як тип газу.

- Летюче масло – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує рідину, що випаровується в газі. Водну фазу можна вимкнути в моделі.

Примітка. Для отримання додаткової інформації перегляньте модифікації для багатофазної моделі.

Багатошарова модель CMW

Ви можете моделювати виробництво з кількох шарів за допомогою моделі CMW.



При моделюванні пластового пласта за допомогою моделі CMW:

- Пласти взаємодіють один з одним лише через свердловини.
- Перепад тиску між шарами в стовбурі свердловини розраховується за допомогою спрощеної моделі стовбура свердловини. При використанні цієї моделі перепад тиску між пластами близький до перепаду гідростатичного тиску в стовбурі свердловини (при цьому перепад тиску на тертя ігнорується).
 - Кожен шар вважається плоским. (Є одна базова глибина на шар, але чиста оплата може змінюватися від свердловини до свердловини.)
 - Усі шари мають однаковий набір властивостей PVT і кривих відносної проникності, які визначені в редакторі властивостей для групи.
 - Кожен шар може мати свій початковий тиск.
 - Геологічні властивості (тобто продуктивність, пористість, проникність і насичення) встановлюються для кожного шару, для кожної свердловини.
 - Межі шару встановлюються для кожного шару окремо. В результаті деякі свердловини можуть бути поза межами деяких пластів.
 - Якщо свердловина змодельована для роботи в режимі керування дебітом, використовується змішана швидкість свердловини. Модель виводить змодельовані дебіти для свердловини та окремих пластів. Історичні дебіти шару

(якщо доступні) відображаються на часовій діаграмі дебіту свердловини, але не використовуються в розрахунку моделі.

- Історичний тиск для кожної свердловини береться з редактора виробництва верхнього шару, перфорованого цією свердловиною, якщо свердловина має об'єкт шару з такою ж назвою.

В іншому випадку (наприклад, якщо свердловина не має об'єктів шару), історичний тиск береться з редактора «Видобуток» свердловини.

- Якщо свердловина змодельована для роботи в режимі керування тиском, історичний тиск піщаної поверхні інтерпретується як тиск потоку в самому верхньому шарі, перфорованому свердловиною. Модель видає змодельований тиск течії піщаної поверхні для свердловини та для окремих пластів. Історичні розраховані тиски на піщану поверхню для шарів (якщо доступні) відображаються на часовій діаграмі дебіту свердловини, але не використовуються в розрахунку моделі.

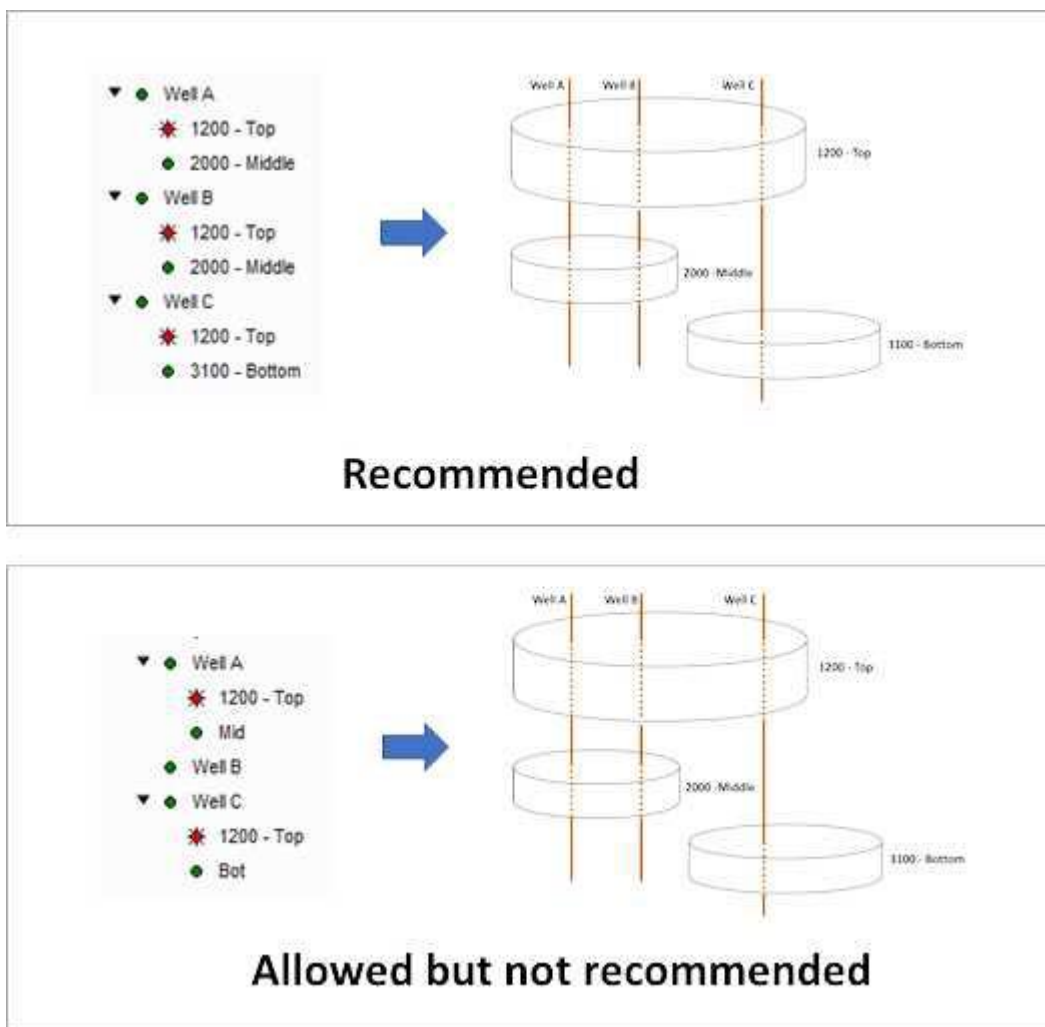
Зв'язок між сутностями шару та шарами моделі CMW

Для Harmony Enterprise 2022.2 і новіших версій ви можете створювати багат шарові лунки, додаючи сутності шарів у Entity Viewer.


Під час створення багатолункової моделі для набору багат шарових свердловин немає вимоги, щоб шари в Entity Viewer і шари в моделі CMW узгоджувалися один з одним.

Однак ми рекомендуємо підтримувати узгоджену структуру шару та найменування, оскільки це полегшує використання цього аналізу.

Якщо ви вирішите мати узгодженість у структурі шару та іменуванні шарів між шарами в Entity Viewer і шарами в CMW, ви несете відповідальність за узгодженість імен шарів. (Harmony Enterprise не вимагає і не забезпечує такої узгодженості.)



Якщо шари в Entity Viewer налаштовано та мають відповідну інформацію про шар, ви можете налаштувати багат шарову модель CMW:



- Після створення моделі CMW (див. створення моделі) натисніть кнопку Резервуар і шари.
- Щоб додати шари моделі, клацніть піктограму «Налаштувати шари моделі на основі об'єктів шару» () на панелі інструментів. Назви шарів, бази даних і властивості заповнюються на основі інформації, доступної в редакторах для багат шарової свердловини та її шарових об'єктів.
- Часові графіки дебіту свердловини для моделі CMW відображають історичні дебіти пластів і розраховані історичні тиски на піщаний шар, які доступні в редакторі виробництва для об'єктів шару. Ці точки історичних даних не використовуються в обчисленнях моделі, але відображаються, щоб ви могли візуально порівняти історичні дані та дані, змодельовані моделлю.

- Якщо ви не довіряєте даним розподілу, налаштованим у редакторі багаторівневого розподілу, можливо, ви захочете замінити його розподіленнями шарів, згенерованими цією моделлю. Дані на вкладці «Таблиці\Свердловина – Розподіл» можна безпосередньо скопіювати та вставити в редактор «Багатошарове розподілення» свердловини.

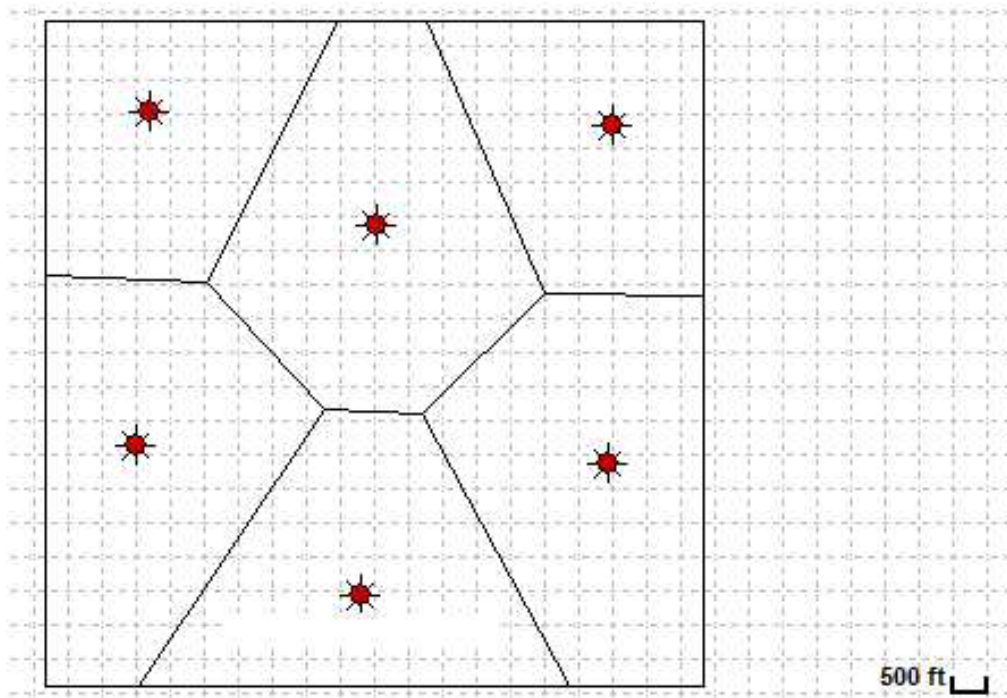
Геометрія моделі

Наразі цей аналіз підтримує вертикальне закінчування свердловин, вертикальне закінчування свердловин із розривом і горизонтальне закінчування свердловин.

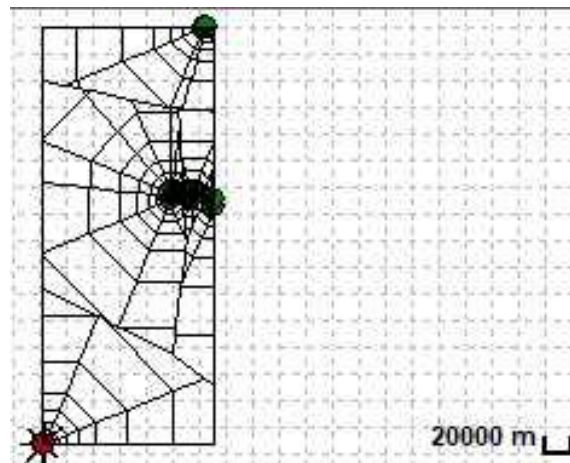
Свердловини розміщуються в резервуарі відповідно до їхнього фактичного розташування (зазначено за шириною/довжиною піщаного шару на вкладці Атрибути). Довжина і напрямок горизонтальних свердловин кресляться відповідно до параметрів L_e і Азимута.

Межі пласта за замовчуванням становлять 1320 футів (1/4 секції) від крайніх свердловин. Ці межі можна налаштувати за допомогою піктограм  і . Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте опис панелі інструментів бічної схеми.

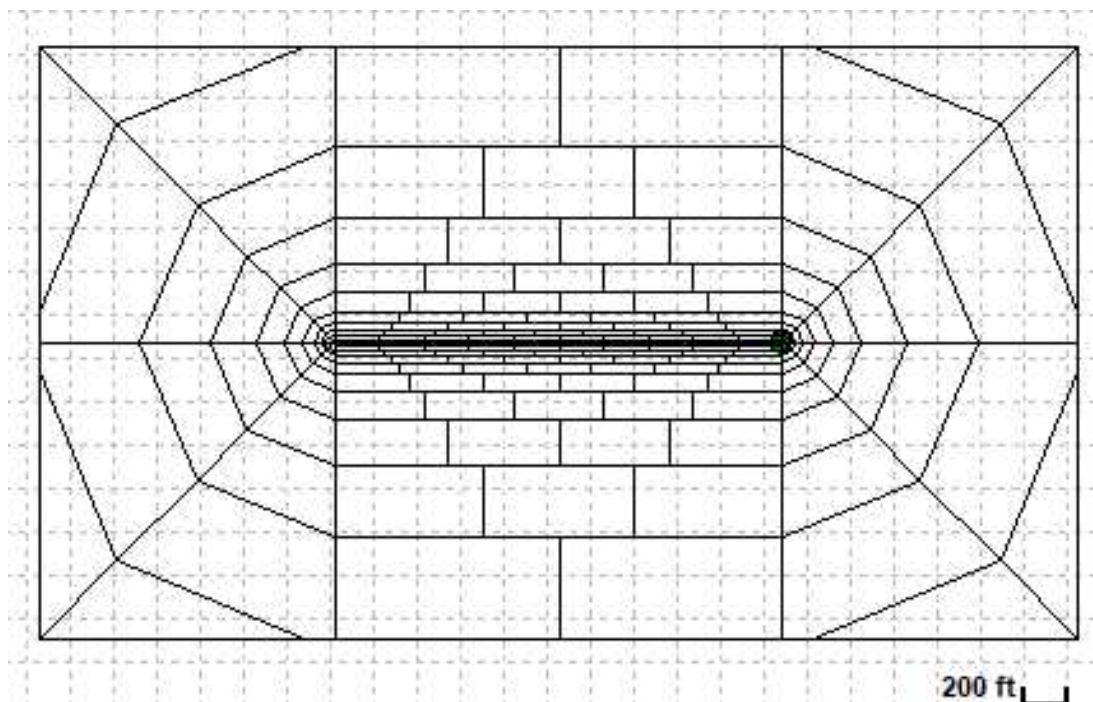
Це водойма зі свердловинами:



Це вертикальні лунки з осередками:



Це горизонтальний колодязь із областями клітин:



Налаштування параметрів моделі

Області свердловин автоматично створюються для моделі шляхом малювання меж на півдорозі між сусідніми свердловинами. Ці регіони використовуються для встановлення параметрів, таких як чиста оплата та проникність у клітинках сітки кожного регіону. Вони не є межами без потоку.


Щоб указати властивості для кожної області, виберіть свердловину, клацнувши її на схемі, або виберіть свердловину зі спадного меню або скористайтеся стрілками на основній панелі інструментів. Коли ви натискаєте

кнопку Wells, ви можете вручну вводити властивості або клацнути піктограму Pull Defaults на основній панелі інструментів, щоб використовувати значення з аналізів у лунці.

Початковий тиск, тиск кипіння, стисливість і площа вказуються в «Колектор і шари» і застосовуються до всього пласта. Якщо ви заповнили редактор властивостей для групи перед створенням моделі з кількома ямками, ця інформація буде попередньо заповнена під час створення робочого аркуша.

Основна панель інструментів

Основна панель інструментів містить такі значки:

-  Витягти значення за замовчуванням – виберіть із цих параметрів:


- Властивості групи – копіює стандартні значення з редактора властивостей групи.


- Властивості вибраної лунки – копіює значення за замовчуванням із редактора властивостей вибраної лунки.

- Груповий аналіз – відображає підменю з усіма іншими звичайними багатолунковими моделями для групи. (Якщо немає інших звичайних багатолункових моделей, цей параметр не відображається.) Вибір однієї з існуючих моделей копіює одну багатолункову модель в іншу в тій самій групі, що може бути корисним, якщо ви хочете поекспериментувати з копією моделі, зберігаючи оригінальний вміст. Зверніть увагу, що параметри на вкладці Прогноз не копіюються.


- Аналіз вибраних свердловин – відображає підменю з усіма аналізами (тобто, тип кривої, аналітичний і числовий) для вибраної свердловини. (Якщо немає інших аналізів, ця опція не відображається.) Вибір одного з існуючих аналізів копіює параметри цього аналізу до поточної вибраної лунки.

- Інша свердловина в цій моделі – відображає підменю з усіма іншими свердловинами в цій моделі. Виберіть одну з лунок, щоб скопіювати метод розрахунку, параметри свердловини та обмеження з цієї свердловини в поточну вибрану свердловину (відображається в свердловинах у розділі «Вибрана свердловина»).

-  Push Defaults – копіює параметри лунки з поточної вибраної лунки до іншої лунки, яку ви вибрали, або до всіх лунок у моделі. Вибір «Параметрів моделі» копіює всі параметри, встановлені на вкладці «Діаграми \ Свердловини»; вибір Параметрів прогнозу копіює параметри, встановлені на вкладці Прогноз для поточної вибраної свердловини.


-  Масове редагування геологічних параметрів – відкриває зведену таблицю шарів і свердловин для швидкого редагування, включаючи перейменування шарів. Якщо ви оновлюєте значення параметра, текст змінюється на чорний (із сірого). Ви можете оновлювати параметри окремо або ви можете оновлювати, наприклад, продуктивність чи пористість для пласта та всіх пов'язаних свердловин. Ви також можете копіювати та вставляти в Excel і навпаки. Щоб прийняти зміни, натисніть кнопку Застосувати. Щоб скасувати зміни, натисніть кнопку «Скасувати».


-  Синтезувати – клацайте цю піктограму щоразу, коли ви хочете зіставити історію та створити прогноз.


-  Зупинити синтез – зупиняє синтезовані обчислення моделі.


-  Previous Well – перехід до попередньої свердловини.

-  Next Well – перехід до наступної послідовної свердловини.








-  Копіювати в / Вставити з буфера обміну – копіює / вставляє параметри сутності з буфера обміну.

-  Планувальник подій – відкриває Планувальник подій, де можна моделювати відкриття та закриття окремих шарів.

- Значки відтворення ()

Після того, як ви клацнете піктограму «Синтезувати» () на основній панелі інструментів і завершите обчислення, на тій самій панелі інструментів увімкнуться піктограми, перелічені нижче. За допомогою цих піктограм відтворення ви можете побачити, як тиск або насиченість змінюються з часом. У спливаючій підказці відображається значення тиску або насиченості та

одиниці вимірювання, коли ви наводите курсор миші на графік затінення кольорів.

-  Перейти до початку – відображає перший часовий крок.
-  Назад на один кадр – переглядайте часові кроки в зворотному порядку по кадру за раз.
-  Грати у зворотному напрямку – переглядайте кроки у зворотному напрямку. Ви можете клацнути цю піктограму кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.
-  Зупинити – зупинити процес відтворення. Коли ви наводите курсор на різні комірки в лунці, відображається тиск або насичення.
-  Грайте – переглядайте часові кроки від початку до кінця. Ви можете клацнути цей значок кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.
-  Перейти на один кадр вперед – переглядати кадр за кадром.
-  Перейти до кінця – відображає останній часовий крок.

Вкладка «Ділянки».

Ця вкладка відображає чотири графіки на інформаційній панелі та має такі кнопки в нижньому лівому куті: свердловини, резервуар і пласти, об'єми та параметри. Якщо ви не бачите всі ці кнопки, натисніть >> і виберіть «Показати всі кнопки».

Велс

У Wells ви можете вказати параметри моделі для кожної окремої свердловини, для кожного шару, який вона проникає.

The screenshot shows a software interface with two tabs: 'Plots' and 'Forecast'. The 'Plots' tab is active. Under 'Selected Well', 'Hz3' is selected. There are two radio buttons: 'Use Production Rate (Oil)' (selected) and 'Use Pressure'. A text box shows $V_w = 820.852$ ft³. Below is a section for 'Advanced Well Control' which is expanded. It contains several parameters with input fields and units: $h = 130.8$ ft, $\phi_t = 13.30$ %, $S_g = 0.00$ %, $S_o = 75.00$ %, $S_w = 25.00$ %, $k_{xy} = 0.4959$ md, and $k_z/k_{xy} = 0.100$. Below this is the 'Completion Type' dropdown set to 'Horizontal'. Further down are $L_e = 2132.9$ ft, 'Azimuth' = 341.6 °, $s = 0.00$, and $r_w = 0.350$ ft. At the bottom is a blue bar with a red star icon and the text 'Wells'.

Вибрана свердловина – виберіть зі спадного списку свердловину, яку потрібно змінити.

Параметри, розташовані під розкривним списком Selected Well, застосовуються до вибраної лунки:

- Виберіть, чи ця свердловина повинна працювати з дебітом або тиском.
- V_w – об’єм свердловини тієї частини стовбура, яка йде від верхнього шару стовбура до поверхні. (Обсяги свердловини для частин свердловини нижче верхнього шару розраховуються на основі заданих розмірів.) ■ Змініть параметри Розширеного контролю свердловини, якщо потрібно.

Розширений контроль свердловин


Включити – за замовчуванням всі лунки в групі включені в модель. Зніміть вибір «Включити», щоб виключити вибрану свердловину з моделі (вона

моделюється як закрита свердловина). Якщо свердловина виключена, вам все одно потрібно налаштувати для неї дійсні параметри; геометрія області свердловини все ще використовується для створення сітки, яка використовується в моделі. Однак, якщо свердловина виключена, її видобуток не враховується.

Метод розрахунку для видобутку – вкажіть, яку витрату (газ, нафта або вода) слід використовувати для контролю свердловини, і встановіть p_{min} , що є мінімальним тиском потоку, дозволеним під час видобутку. Або ви можете вибрати експлуатацію свердловини з контролем тиску. У цьому випадку ви можете встановити $(q_g)_{max}$, $(q_o)_{max}$ і $(q_w)_{max}$, які є максимальними показниками, дозволеними під час виробництва.

Метод розрахунку для закачування – якщо в редакторі «Видобуток» у вас є швидкість закачування для вашої свердловини, відображається розділ «Метод розрахунку для закачування», і ви можете налаштувати елементи керування, які використовуватимуться під час закачування.

Нижче параметрів розширеного контролю свердловин наведено параметри, що описують геологію та заканчування в кожному з шарів. Усі шари перераховані в порядку від найдрібнішого до найглибшого.

Виберіть шар, який потрібно редагувати, і відповідна група параметрів розгорнеться. (Щоб вибрати шар, ви можете або вибрати стрілку ліворуч від назви шару (), або змінити вибір шару на бічній схемі.) Якщо модель має лише один шар, геологічні параметри та параметри заповнення свердловини завжди відображаються.

Примітка. Щоб додати новий шар, перейменувати або видалити шари, натисніть кнопку Резервуар і шари.

Геологічні параметри:

- h – чиста заробітна плата
- ϕ_t – загальна пористість
- S_g – газонасиченість
- S_o – нафтонасиченість

- S_w – водонасиченість
- k_{ay} – проникність у горизонтальному напрямку
- k_z/k_{xy} – коефіцієнт проникності (проникність у вертикальному напрямку / проникність у горизонтальному напрямку)

Параметри завершення:

(Ці параметри застосовуються до завершення вибраної свердловини у вибраному шарі.)

- Використовуйте розкривний список «Тип завершення», щоб вибрати «Вертикальний», «Горизонтальний», «Вертикальний з переломом» або «Без перфорації».

Якщо вибрати Вертикальний, відобразатимуться такі параметри:

- s – скін

- r_w – радіус свердловини. Якщо ви виберете Горизонтальний, відобразяться такі параметри:

- L_e – введіть ефективну горизонтальну довжину свердловини. (За замовчуванням L_e обчислюється на основі даних про перфорацію, налаштованих у редакторі стовбура свердловини.)

- Азимут – це кут між північною та горизонтальною частиною стовбура свердловини. Введіть значення в градусах. (За замовчуванням це значення обчислюється на основі даних вимірювання відхилень у редакторі стовбура свердловини, якщо воно містить дані про схід і північ.)

- s – поверхня

- r_w – радіус стовбура свердловини. Якщо вибрати «Вертикальний з розривом», відображаються ці параметри:

- x_f – половина довжини розриву

- Азимут – це кут між північчю та стовбуром свердловини, у градусах

- FCD – безрозмірна провідність розриву

- k_{fwf} – провідність розриву

- sf – пошкодження шкіри на поверхні розриву

- r_w – радіус стовбура свердловини

Якщо вибрати «Без перфорації», параметри завершення не відобразатимуться.


Резервуар і шари


Коли ви натискаєте кнопку Резервуар і шари, ви можете вказати параметри, які використовуються для всього резервуара та шарів.


Примітка. Додаткову інформацію про те, як моделюються кілька шарів, див. у моделі CMW.

Піктограми панелі інструментів


Піктограми панелі інструментів такі:

-  Додати новий шар – відкриває діалогове вікно «Додати шар», у якому ви вводите назву шару та глибину опорної точки (справжня вертикальна глибина в середині шару).

-  Видалити вибраний шар – видаляє поточний вибраний шар. Вам не буде запропоновано підтвердити своє рішення.

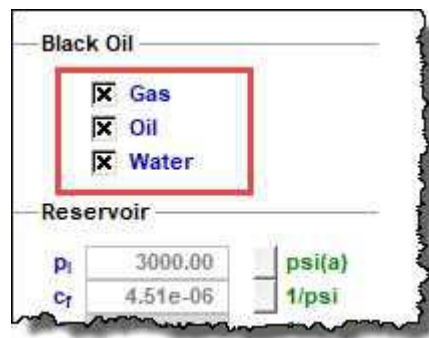
-  Налаштувати шари моделі на основі сутностей шарів – додає набір шарів до моделі на основі сутностей шарів, які існують для свердловин у групі.

Ім'я шару та деякі його властивості заповнюються на основі інформації, доступної для відповідних сутностей шару.

Щоб перейменувати шари, клацніть піктограму «Групове редагування геологічних параметрів» () на основній панелі інструментів. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте діалогове вікно масового редагування геологічних параметрів.

Вибір типу рідини

Установіть прапорці для фаз рідини, які ви хочете включити до своєї моделі: газ, нафта (або конденсат) та/або вода.



Вибраний шар

У цьому розділі виберіть шар зі спадного списку, щоб переглянути або змінити такі параметри: базова точка, початковий пластовий тиск і площа дренажу.

Примітка. Якщо є лише один шар, цей розділ не відображається.

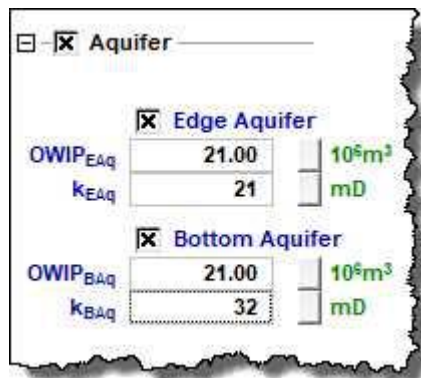
водоносний шар

Водоносні горизонти визначаються для кожного шару, а параметри відображаються для поточного вибраного шару. У розділі «Водоносний горизонт» ви можете мати край водоносного горизонту, дно або обидва. Щоб врахувати наявність водоносного шару у вашому резервуарі, вам потрібно його

підключити. Для отримання додаткової інформації див. опис піктограми Connect Aquifer.

Якщо ви виберете Edge Aquifer, ви повинні вказати значення $OWIP_{EAQ}$ і k_{EAQ} .

Якщо вибрано Нижній водоносний горизонт, необхідно вказати значення $OWIP_{BAQ}$ і k_{BAQ} .



<input checked="" type="checkbox"/> Aquifer		
<input checked="" type="checkbox"/> Edge Aquifer		
$OWIP_{EAQ}$	21.00	$10^6 m^3$
k_{EAQ}	21	mD
<input checked="" type="checkbox"/> Bottom Aquifer		
$OWIP_{BAQ}$	21.00	$10^6 m^3$
k_{BAQ}	32	mD

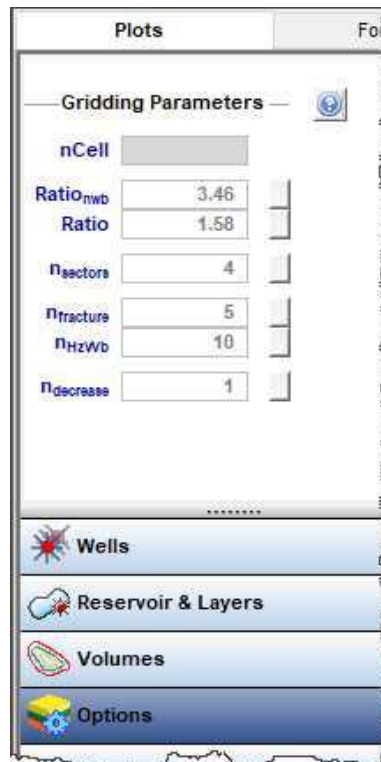
Обсяги

Коли ви натискаєте кнопку «Об'єми», відображаються лише доступні для читання значення для резервуара та шарів.

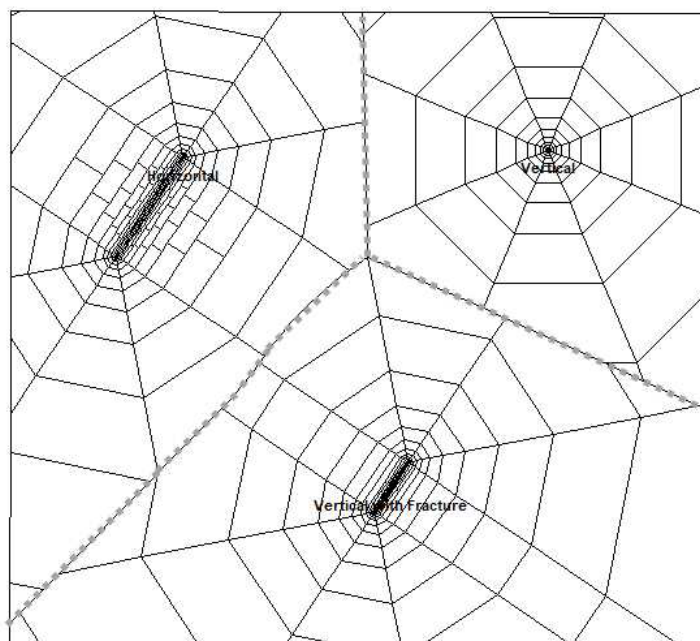
Plots		
Reservoir		
$OGIP_F$	0	MMscf
$OGIP_S$	31464	MMscf
$OGIP$	31464	MMscf
$OOIP$	55601.4	Mstb
$OWIP$	47053.2	Mstb
Layer		
Top		
$OGIP_F$	0	MMscf
$OGIP_S$	21368	MMscf
$OGIP$	21368	MMscf
$OOIP$	37759.9	Mstb
$OWIP$	31961.3	Mstb
Wells		
Reservoir & Layers		
Volumes		

Опції

Коли ви натискаєте кнопку «Параметри», відображаються різні параметри сітки.

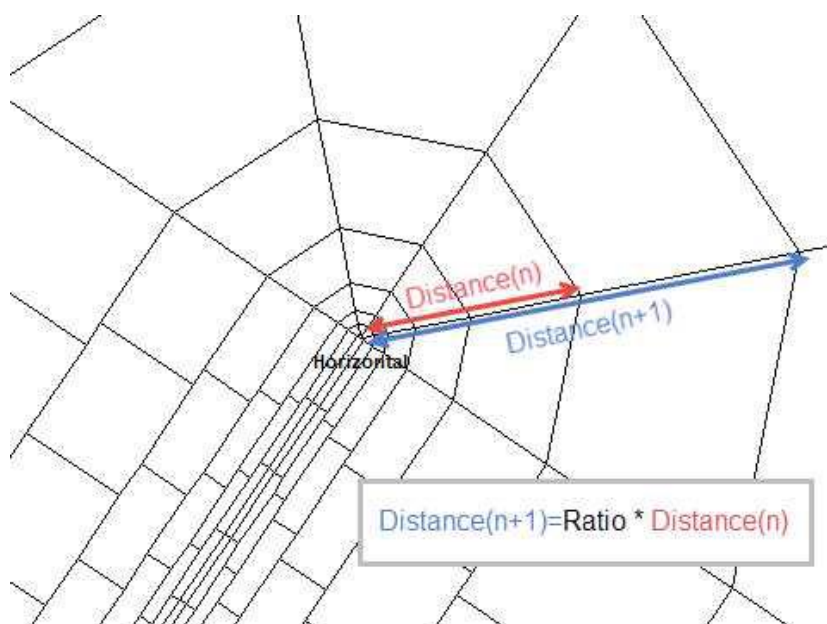


Після встановлення розмірів пласта, розташування свердловин, шарів і параметрів заповнення свердловин модель CMW створює відповідну сітку для отримання точних результатів з мінімальним часом розрахунку. Щоб відобразити сітку, клацніть правою кнопкою миші схематичний графік і виберіть «Показати комірки сітки».



Зазвичай параметри сітки за замовчуванням підходять, але в деяких випадках ви можете налаштувати параметри сітки. Параметри сітки наступні:

- **Rationwb** – контролює розмір комірок, що прилягають до стовбурів свердловин і тріщин.
- **Співвідношення** – контролює швидкість, з якою розміри комірок збільшуються, коли вони просуваються далі від завершення.



- **nsectors** – кількість секторів, які використовуються для радіальної частини сітки. На малюнку вище $nsectors = 4$, тому кожне півколо поділено на чотири сектори.
- **тріщина** – тріщина має одну комірку стовбура свердловини посередині, а кожне крило тріщини розділене на рівних частин.
- **nHzWb** – горизонтальний стовбур свердловини розділений на рівні частини nHzWb.
- **ndecrease** – ряд комірок, що прилягає до завершення, розбивається на однакові комірки. Кількість комірок дорівнює $2 * nfracture$ для закінчувань тріщин і дорівнює nHzWb для горизонтальних закінчувань. Для кожного наступного рядка кількість клітинок зменшується на **nзменшення**.

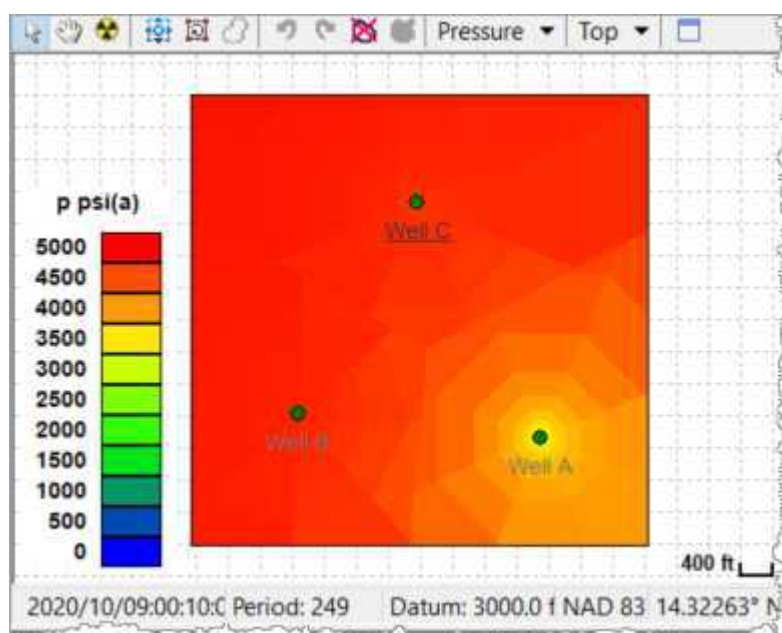
Приладова панель

На інформаційній панелі є чотири ділянки, які описані нижче. Ви можете вибрати, які графіки (тобто «Вигляд карти», «Бічна схема», «Час дебіту

свердловини», «Загальний час дебіту» та «Коефіцієнти») відображаються на інформаційній панелі, натиснувши кнопку «Змінити графік» на панелі інструментів кожного графіка.


Перегляд карти

Перегляд карти завжди відображається на інформаційній панелі та відображає один шар за раз. Під час моделювання можна редагувати/обертати резервуар, відобразити шейп-файли, переглядати/редагувати водоносний горизонт і переглядати затінені ділянки.





Піктограми панелі інструментів такі:


Редагувати межу резервуара – клацніть і перетягніть, щоб перемістити резервуар. Прокручуйте коліщатко миші, щоб розширити або зменшити свій резервуар. Білі кружечки пересувають весь край межі водойми. Червоні квадрати пересувають лише вибрану вершину. Клацніть посередині краю резервуара, щоб додати нову червону вершину; зауважте, що ваш курсор зміниться на хрестик.


 Повернути резервуар – прокручуйте колесо миші або використовуйте клавіші зі стрілками на клавіатурі, щоб обертати межі резервуара (фізичне розташування не змінюється) навколо центру резервуара. Щоб обертати


резервуар навколо курсора, натисніть клавішу Ctrl і прокручуйте / використовуйте клавіші зі стрілками.

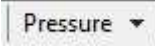
 Відобразити межу резервуара з Spatial Explorer – відкриває діалогове вікно Доступні багатокутні шари з Spatial Explorer, де можна вибрати або створити шар багатокутника в Spatial Explorer. Цей багатокутник автоматично замінює існуючі межі моделі. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте Spatial Explorer.

 Скасувати – скасовує останню дію. (Ви не можете скасувати масштабування, оскільки цей значок стосується лише зміни розміру.)

 Повторити – повторно застосовує розмір вашого резервуара до ваших попередніх налаштувань. (Ви не можете повторно змінити масштаб, оскільки ця піктограма стосується лише зміни розміру.)

 Скинути межу резервуара – скидає розмір резервуара до налаштувань за замовчуванням.

 Підключити водоносний горизонт – ця піктограма доступна, якщо у резервуарі вибрано крайовий водоносний горизонт або нижній водоносний горизонт. Клацніть цю піктограму, щоб встановити частини межі резервуара, які з'єднані з краєм або дном водоносного горизонту. Відрізки межі, виділені синім кольором, сполучаються з краєм водоносного горизонту. За замовчуванням уся межа резервуара пов'язана з водоносним горизонтом, але ви можете вибрати та скасовувати краї, клацаючи їх. Комірки, виділені синім, пов'язані з дном водоносного горизонту. (Курсор миші стає синім, коли ви перебуваєте в режимі підключення водоносного горизонту.) Ви також можете вибрати «Підключити все до водоносного горизонту» або «Скасувати виділення всього з водоносного горизонту» для областей комірки, клацнувши правою кнопкою миші схему.

 Режим відображення затінених графіків – цей спадний список стає доступним після того, як модель буде синтезовано. Використовуйте цей розкритий список, щоб вибрати властивість, яку ви бажаєте відобразити в

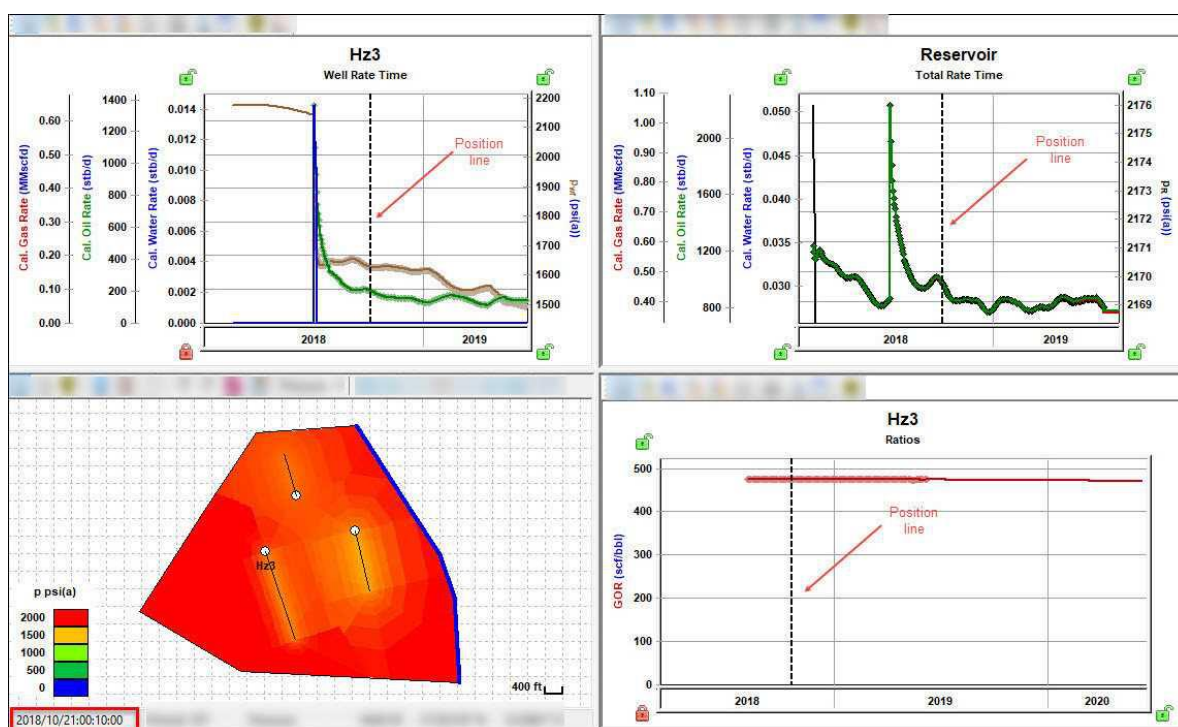
кожній клітинці сітки. Ви можете вибрати одну з наступних властивостей для його відображення: Тиск, Насичення (колірна схема на основі насиченості всіх трьох фаз), Насиченість газом, Насичення нафтою, Насичення водою, Проникність, Чистий вміст або пористість.

Тор ▾ Поточно вибраний шар – виберіть шар, який потрібно відобразити.

Інформацію про загальні піктограми графіка див. на панелях інструментів графіка.

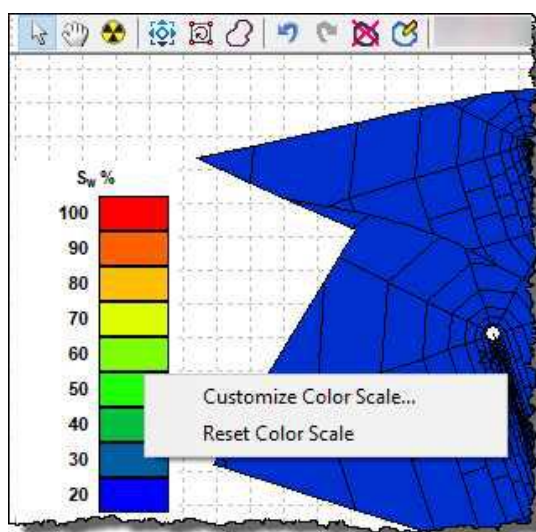
Після того, як ви клацнете піктограму Синтезувати (Ψ) на основній панелі інструментів, синтез продовжується. Лінії, що представляють результати моделювання, малюються під час моделювання.

Позиційні лінії вказують на хід розрахунку. Затінений графік відображає розподіл тиску або насиченості на щойно обчисленому кроці часу (що вказано міткою часу в нижньому лівому куті, яка відображає точну дату та час). Після завершення обчислення ці лінії позиції можна перетягнути до моменту часу, який ви хочете детальніше дослідити, і всі графіки синхронізуються.



Якщо ви виявите, що шкала кольорів для вашої затіненої ділянки потребує коригування, клацніть правою кнопкою миші легенду та виберіть «Налаштувати шкалу кольорів», а потім введіть налаштовані мінімальне та

максимальне значення. Щоб повернутися до мінімальних і максимальних значень за умовчанням, клацніть правою кнопкою миші легенду та виберіть Скинута шкалу кольорів.



Примітка. Після того, як ви клацнете розкривний список «Режим відображення затінених діаграм» і виберете параметр, ви зможете переглянути значення для кожної області комірки, навівши курсор на затінену діаграму.

Підказки відображаються для кожної області комірки.

Контекстне меню

Клацання правою кнопкою миші перераховує такі параметри:

- Регіон резервуара – показати / приховати межі резервуара.
- Колодязі – показати / приховати колодязі у водоймі.
- Назви свердловин – показати / приховати назви свердловин у пласті.
- Зони свердловин – показати / приховати межі областей свердловин.
- Cell Regions – показати/приховати межі клітинок сітки для кожної лунки в резервуарі.
- Вибрана свердловина – показати / приховати назву вибраної свердловини.
- Масштабувати сітку – показати/приховати лінії сітки за допомогою маркера масштабу.
- Під'єднати все до водоносного горизонту – якщо в розділі «Водоносний горизонт» у «Возбірнику та шарах» вибрано «Нижній водоносний горизонт» і

ви перебуваєте в режимі вибору водоносного горизонту, ви можете вибрати всі області комірок одночасно, вибравши цей параметр.

- Від'єднати все від водоносного горизонту – коли в розділі «Водоносний горизонт» у «Восховищі та шари» вибрано «Нижній водоносний горизонт» і ви перебуваєте в режимі вибору водоносного горизонту, ви можете скасувати вибір усіх областей комірок одночасно, вибравши цей параметр.

- Копіювати широту/довжину в буфер обміну – копіює широту та довготу поточної позиції вказівника миші. Ці значення широти/довготи можна використовувати для додавання нової заповнювальної свердловини в потрібному місці:

- Перемістіть вказівник миші до місця для нової заповнювальної свердловини; потім клацніть правою кнопкою миші та виберіть Копіювати широту/довжину в буфер обміну.

- Створіть нову свердловину за допомогою Entity Viewer - Hierarchy. Щоб отримати додаткові відомості, див. додавання сутності.

- Відкрийте вкладку «Атрибути» для цієї свердловини та вставте поверхневу широту та довготу з буфера обміну.

- Додайте цю нову лунку до групи лунок, яка раніше використовувалася для аналізу кількох лунок. (Ви можете перетягнути нову свердловину з Entity Viewer - Hierarchy до Entity Viewer - Custom.)

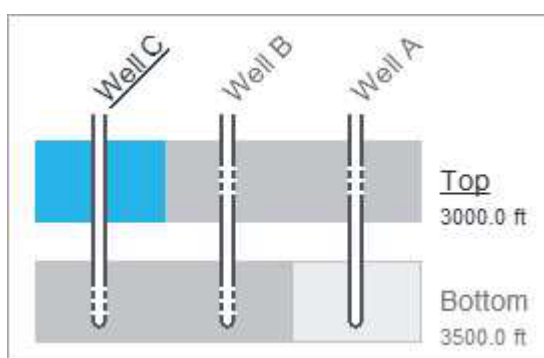
Бічна схема

Цей графік відображає схематичне зображення моделі, що відображає всі її шари та свердловини. Елементи на цьому малюнку не намальовані в масштабі; скоріше цей сюжет можна розглядати як інструмент навігації. У будь-який момент часу вибирається одна свердловина і один шар. У схематичному вигляді назви вибраної свердловини та шару підкреслені. Крім того, область вибраної лунки на вибраному шарі позначена синім прямокутником.

Ви можете змінити вибір свердловини та шару, натиснувши елементи на цій схемі. Усі ваші вибрані параметри синхронізуються з іншими областями інтерфейсу, де ви можете змінити свій вибір колодязів і шарів. Наприклад,

якщо вибрати свердловину С і верхній шар на бічній схемі (як показано нижче), параметри свердловини відобразяться для свердловини С і верхнього шару.

Крім того, ви можете використовувати схеми, щоб визначити, чи знаходиться свердловина за межами певного шару (наприклад, свердловина А знаходиться за межами нижнього шару, а відповідна область свердловини відображається світло-сірим кольором). На схемі також вказується, чи закінчена свердловина на певному шарі (наприклад, свердловина С завершена на нижньому шарі, але не на верхньому шарі).




Примітка. Білі горизонтальні лінії позначають перфорацію.

Графік співвідношень

Цей графік відображає історичні та змодельовані співвідношення для вибраної свердловини.

Опис типових піктограм див. у панелях інструментів. Майте на увазі цю додаткову піктограму:

 Показати або приховати дані свердловини та шару – виберіть відображення обчислених наборів даних лише для свердловини (товсті лінії), лише для шару (тонкі лінії) або для свердловини та шару (товсті лінії для свердловини, тонкі лінії для шару). Якщо свердловина має об'єкт шару з такою ж назвою, як і шар у моделі, його історичні набори даних (співвідношення) також відображаються на графіку (з точками меншого розміру для наборів даних шару).

Точки на сюжеті представляють наступне:

- Більші точки представляють історичні загальні коефіцієнти для всієї свердловини (тобто червоний = GOR, зелений = CGR, синій = WGR або WOR).

- Якщо модель має кілька шарів, менші точки представляють історичні співвідношення для поточного вибраного шару (позначення того самого кольору). Зауважте, що історичні набори даних для шару відображаються, лише якщо свердловина має об'єкт шару з такою самою назвою, як шар у моделі.

Лінії на сюжеті позначають наступне:


- товсті лінії представляють загальні коефіцієнти для всієї свердловини (тобто, червоний = GOR, зелений = CGR, синій = WGR або WOR).

- Якщо модель має кілька шарів, тонкі лінії представляють значення для поточного вибраного шару (позначення того самого кольору).


Графік свердловини за часом


Цей графік відображає історичні та змодельовані швидкості, а також тиск для однієї свердловини.


Опис типових піктограм див. у панелях інструментів. Зверніть увагу на ці додаткові значки:

-  Показати або приховати Газ / Нафта / Вода – перемикайтеся між рідинами, які ви використовуєте

потрібно відображати.


-  Переключитися на курс проти часу / Переключитися на сукупний показник проти часу – перемикання між цими двома видами.

-  Показати або приховати дані свердловини та шару – виберіть відображення обчислених наборів даних лише для свердловини (товсті лінії), лише для шару (тонкі лінії) або для свердловини та шару (товсті лінії для свердловини, тонкі лінії для шару). Якщо свердловина має об'єкт шару з такою самою назвою, як і шар у моделі, його історичні набори даних (дебіти та тиск піщаної поверхні) також відображаються на графіку (з точками меншого розміру для наборів даних шару).

-  Показати / Сховати частоти інтерпольованого шару – доступно для багат шарових моделей CMW. Якщо свердловина має об'єкт шару з такою ж

назвою, як і шар у моделі, його історичні набори даних (дебіти та тиск на піщану поверхню) відображаються на графіку. Цей значок перемикає між відображенням історичних даних шару для всіх дат або лише для дат, введених у редакторі багаторівневого розподілу.

Щоб змінити свердловини, ви можете:

- Натисніть стрілки () на головній панелі інструментів.
- Натисніть свердловину на карті.
- Клацніть свердловину на бічній схемі.
- Виберіть іншу лунку зі спадного списку «Вибрати лунку».

Для опису поширених піктограм див. панелі інструментів.

Точки на сюжеті представляють наступне:

- Більші точки на графіку представляють точні історичні дані (червоний = витрата газу, зелений = витрата нафти, синій = витрата води, коричневий = тиск течії на піщаній поверхні).

- Якщо модель має кілька шарів, менші точки представляють історичні дані для поточного вибраного шару (позначення того самого кольору). Зауважте, що історичні набори даних для шару відображаються, лише якщо свердловина має об'єкт шару з такою самою назвою, як шар у моделі.

Лінії на сюжеті позначають наступне:

- Товсті лінії представляють значення для свердловини (червоний = газ, зелений = нафта, синій = вода, коричневий = тиск течії).


Примітка. Тиск потоку свердловини – це тиск потоку на самому верхньому шарі, через який проникає свердловина.

- Якщо модель має кілька шарів, тонкі лінії представляють значення для поточного вибраного шару (позначення того самого кольору).


Графік загальна швидкість/час


Цей графік відображає загальні історичні та змодельовані показники / кумулятивний видобуток для всього пласта, а також пластовий тиск.

Опис типових піктограм див. у панелях інструментів. Зверніть увагу на ці додаткові значки:

-  Показати або приховати Газ / Нафта / Вода – перемикайтеся між рідинами, які ви використовуєте

потрібно відображати.

-  Переключитися на курс проти часу / Переключитися на сукупний показник проти часу – перемикання між цими двома видами.

-  Показати або приховати загальні дані та дані шару – виберіть відображення обчислених наборів даних лише для загальної суми всієї групи (товсті лінії), лише для шару (тонкі лінії) або для загальної суми та шару (товсті лінії для загальної суми всієї групи, тонкі лінії для шару). Якщо деякі свердловини в моделі мають об'єкти шару з такою ж назвою, як і шар у моделі, історичні показники для цих об'єктів шару підсумовуються та також відображаються на графіку (з точками меншого розміру для наборів даних шару).

Цей графік відображає загальні історичні та змодельовані показники / кумулятивний видобуток для всього пласта та пластовий тиск.

Точки на сюжеті представляють наступне:

- Більші точки на графіку представляють історичні дані для всієї групи (червоний = витрата газу, зелений = витрата нафти, синій = витрата води).

- Якщо модель має кілька шарів, менші точки представляють історичні дані для поточного вибраного шару (позначення того самого кольору). Зауважте, що історичні набори даних для шару відображаються, лише якщо деякі свердловини в моделі мають об'єкти шару з тим самим ім'ям, що й шар у моделі.

Лінії на сюжеті позначають наступне:

- Товсті лінії представляють значення для всього пласта (червоний = дебіт газу в пласті, зелений = дебіт нафти в пласті, синій = дебіт води в пласті).

- Якщо модель має кілька шарів, тонкі лінії відображають дебїти, вироблені всіма свердловинами з поточного вибраного шару (позначення однакового кольору).

- Бірюзова лінія позначає середній пластовий тиск або середній тиск для поточного вибраного шару в багатошаровому випадку.

- Якщо модель має кілька шарів, середній пластовий тиск не відображається за замовчуванням. Щоб відобразити середній пластовий тиск, клацніть правою кнопкою миші графік і виберіть Налаштувати набори даних.

Вкладка Прогноз

Ця вкладка має ті самі функції, що й підвкладка числового прогнозу, але ви можете відобразити всі лунки в групі або окремі лунки.

Ділянка прогнозу

Якщо у розкривному списку «Вибрати свердловину» вибрано «Усі свердловини», на графіку прогнозу відображаються швидкості на рівні групи та пластовий тиск. Якщо в розкривному списку «Вибрати свердловину» вибрано одну зі свердловин, на діаграмі «Прогноз» відображаються дебіти та тиск потоку для цієї вибраної свердловини.

Параметри прогнозу

Використовуйте розкривний список «Вибір лунки», щоб вибрати будь-яку окрему лунку або «Усі лунки». Виберіть одну зі свердловин, щоб переглянути параметри прогнозу лише для цієї свердловини в таблиці прогнозів, або виберіть Усі свердловини, щоб переглянути параметри прогнозу для всіх свердловин разом.

Дата початку прогнозу встановлюється для всієї моделі (прогноз для всіх свердловин починається з цієї заданої дати).

Значення в стовпці «Тривалість» розподіляються між усіма свердловинами в моделі.

Прогнозні обмеження застосовуються до всіх свердловин у моделі.

Після того, як ви налаштуєте дійсний прогноз і синтезуєте його, у таблиці результатів прогнозу відобразяться EUR, RR, RF та історичні об'єми для кожної свердловини для кожної фази рідини, доступної в моделі.

Прогнозна ін'єкція

Щоб спрогнозувати нагнітання для будь-якої свердловини, виберіть один із цих параметрів у спадному списку Тип контролю:

- Швидкість закачування газу – прогноз при заданій швидкості закачування газу.

- Швидкість закачування води – прогноз при заданій швидкості закачування води.

- Тиск (Inj Gas) – прогноз при заданому тиску потоку піщаної поверхні. (Цей тиск досягається впорскуванням газу.)

- Тиск (Inj Water) – прогноз при заданому тиску течії піщаної поверхні. (Цей тиск досягається шляхом нагнітання води.) Примітка: щоб наведені вище параметри були доступними, потрібно вибрати відповідну рідинну фазу, коли ви натискаєте кнопку Резервуар і шари.

Обмеження на нагнітання застосовуються, якщо принаймні одна зі свердловин має прогноз на нагнітання.

- $(p_{inj})_{max}$ – встановлює максимальний тиск течії піщаної поверхні під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальний тиск потоку, регулюється швидкість впорскування.

- $(q_{ginj})_{max}$ – встановлює максимальну швидкість закачування газу під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальне обмеження швидкості, тиск потоку регулюється.

- $(q_{winj})_{max}$ – встановлює максимальну швидкість закачування води під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальне обмеження швидкості, тиск потоку регулюється.

Панель інструментів

На цій панелі інструментів є ті ж загальні піктограми, що й на панелях інструментів графіки.

Вкладка Таблиці

Ця вкладка відображає обчислені дані у форматі таблиці в наступних підвкладках:

- <назва свердловини> – відображає інформацію (розраховані дебіти, кумулятивний видобуток, коефіцієнти та тиск течії на піщаній поверхні) для вибраної свердловини.

- Усього – відображає інформацію для всієї групи.

- Виконати – відображає пластовий тиск і середню насиченість для всієї моделі.

- <назва шару> – відображає інформацію для поточного вибраного шару вибраної свердловини.

- <ім'я свердловини> - Розподіл – доступно лише для багат шарових моделей CMW. Ця вкладка містить виділення витрат рідини для вибраної свердловини між її шарами. Вміст цієї вкладки можна безпосередньо скопіювати та вставити в редактор багат шарового розподілу свердловини (припускаючи, що назва шару узгоджена).

Діалогове вікно масового редагування геологічних параметрів

Це діалогове вікно відкривається, коли ви клацаєте піктограму «Групове редагування геологічних параметрів» () на основній панелі інструментів звичайної багатосвердловини.

У цьому діалоговому вікні відображається зведена таблиця геологічних параметрів для всіх свердловин у всіх пластах. Ви можете зробити наступне:

- Для окремих параметрів введіть нові значення параметрів у відповідні клітинки

- Налаштуйте значення параметрів для всіх свердловин у шарі, ввівши значення шару.


Наприклад, щоб встановити пористість для всього верхнього шару на 12%, введіть 12 у стовпці «Значення шару» для пористості шару. Значення пористості для окремих свердловин у цьому шарі відповідно оновлюються.

- Помножте всі значення для параметра в межах шару на те саме число, ввівши множник. Наприклад, якщо ви введете 1.1 у стовпці Множник для кау для верхнього шару, проникність для цього шару стане:

- $20 * 1.1 = 22$ for Well A
- $25 * 1.1 = 27.5$ for Well B
- $27 * 1.1 = 29.7$ for Well C
- Копіювати та вставляти значення (наприклад, до та з Excel).
- Перейменувати шари.

Примітка. Значення параметрів, які було змінено в цьому діалоговому вікні, позначені чорним текстом.

Діалогове вікно «Планувальник подій».

Це діалогове вікно відкривається, коли ви клацаєте піктограму Event Scheduler () на основній панелі інструментів традиційного мультилункового пристрою.

Для одношарових випадків для моделювання закриттів свердловин встановіть витрати рідини на нуль у редакторі виробництва або як прогнозне обмеження.

У випадках, коли свердловина виробляє з кількох пластів, може бути, що різні пласти відкриваються або закриваються в різний час. Наприклад, спочатку свердловина може давати видобуток з одного шару, але потім бути завершена з іншого шару.

Кожного разу, коли з'єднання закривається (наприклад, через те, що свердловина виключена, або через те, що тип завершення для певного шару – «Без перфорації», або через подію «Закриття»), поточний тиск для свердловини на цьому шарі повідомляється на стороні пласта, а не на стороні стовбура свердловини. Існує лише один виняток із цього правила: коли найвище завершення свердловини тимчасово закрито (через подію Close), Планувальник подій відображає розрахований тиск потоку для цього шару та для свердловини на стороні стовбура свердловини, а не на стороні пласта.

Щоб додати подію:

1. Встановіть назву свердловини, назву шару, тип події (тобто «Відкрити» або «Закрити») і дату події.

Ви можете вибрати значення для обов'язкових полів у випадваючих списках або вставити дані (наприклад, з Excel). Вставлення особливо зручно, якщо у вас є інформація про кілька подій, уже підсумованих у файлі.

2. Після встановлення всіх подій для моделі натисніть ОК.

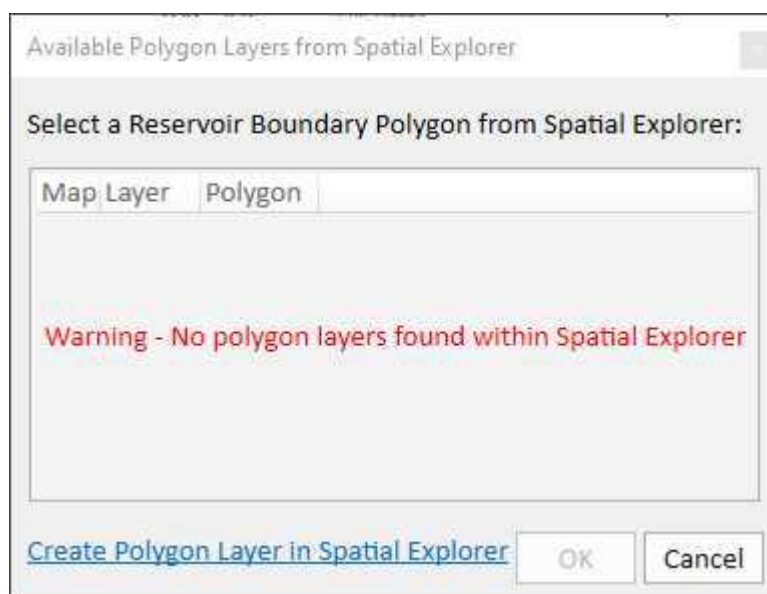
Коли ви обчислюєте модель, ці події враховуються.

Примітка: під час просадок усі шари вважаються відкритими, якщо немає події "закриття". Під час зупинки передбачається, що свердловина виробляє з контрольованим дебітом ($q=0$), навіть якщо для деяких шарів є події «відкриті».

Редаговані багатокутні шари в Spatial Explorer

Багатокутники, які можна редагувати, можна імпортувати з Spatial Explorer для автоматичного визначення меж у Harmony Enterprise. Під час імпортування багатокутника до CMW шар, який відображається на карті, є шаром лише той, який має змінені межі.

Якщо у вас немає шарів багатокутників, у просторовому провіднику відображається порожнє діалогове вікно.

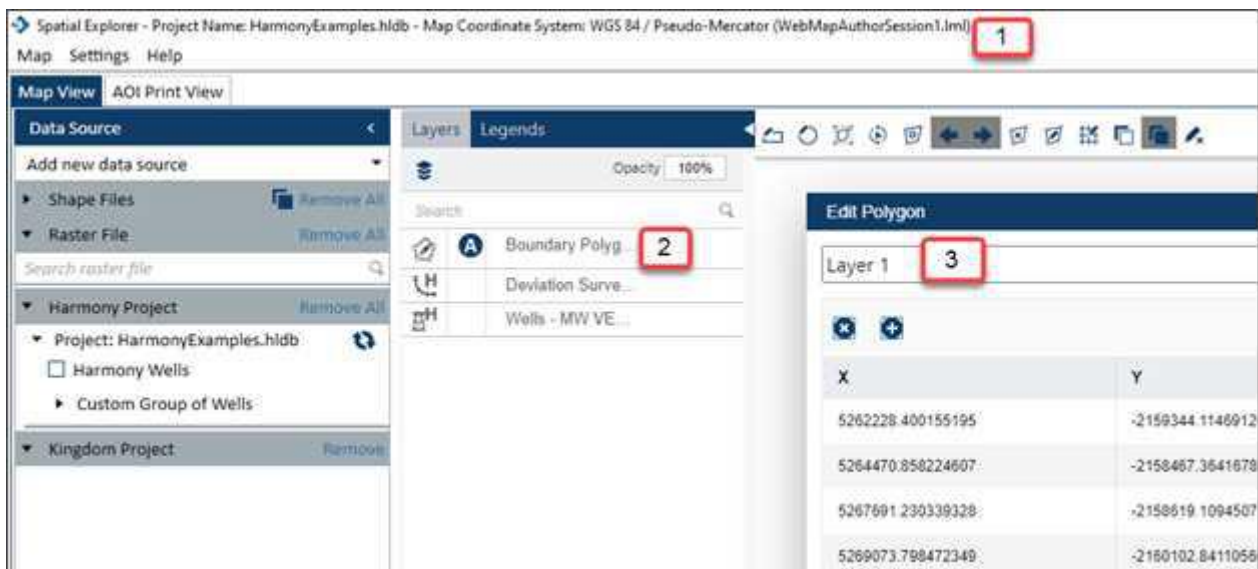
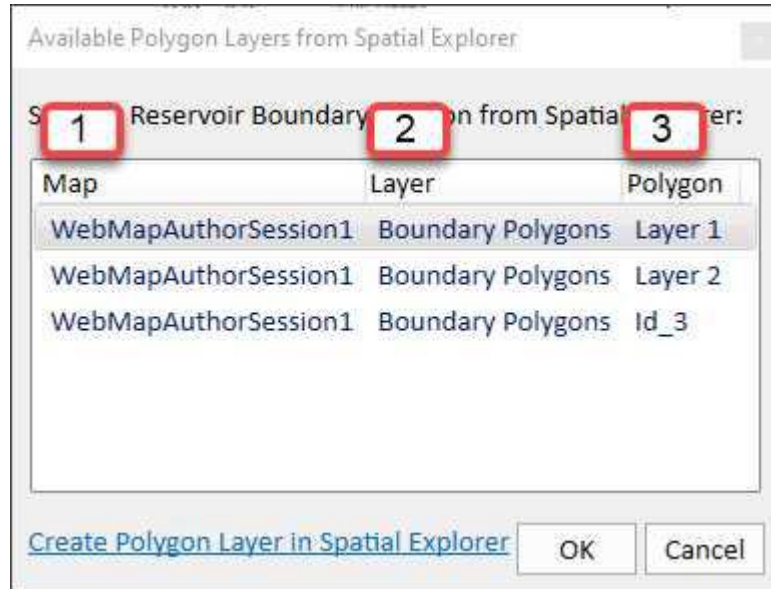


Ви можете додавати та змінювати багатокутники на карті Spatial Explorer, додаючи шар полігону, який можна редагувати, а потім створюючи нові багатокутники на цьому шарі. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте розділ про додавання редагованих шарів багатокутників (відкриває тему в довідці Spatial Explorer).

Після створення полігональних шарів вони сортуються за:

1. сесія
2. назва шару
3. назва багатокутника

Зверніть увагу на те, як шари багатокутників позначаються в Harmony Enterprise і Spatial Explorer.



На додаток до ручного створення багатокутників у Spatial Explorer ви можете автоматично генерувати їх з інших типів шарів після того, як шар стане активним і вибраним. Щоб отримати додаткові відомості, дивіться створення шарів багатокутників, які можна редагувати (відкриває тему в довідці Spatial Explorer).

Лабораторна робота 2. Нетипова багатосвердловина модель в Harmony

За допомогою модуля нетрадиційної багатосвердловини (UMW) ви можете симулювати декілька горизонтальних свердловин для багаторазового гідророзриву за допомогою групової чисельної моделі, щоб зіставити історію продуктивних свердловин і спрогнозувати майбутній видобуток. При такому аналізі свердловини вважаються паралельними, мають однакову довжину та мають однакову кількість тріщин.

Примітка. Ця модель працює з вашою ліцензією Harmony Reservoir™.

Перш ніж почати використовувати багатолункову модель, переконайтеся, що всю необхідну інформацію додано до проекту Harmony Enterprise:

- Заповніть розташування піщаної поверхні для кожної свердловини на вкладці «Атрибути».
- Заповніть дані про видобуток свердловини (дебіти та тиск на піщану поверхню) у редакторі видобутку для кожної свердловини в групі.
- Вкажіть властивості колектора та рідини в редакторі властивостей групи.

Коли ви створюєте нову модель із кількома свердловинами, властивості групового резервуара застосовуються автоматично.

- Заповнення інформації про стовбур свердловини (наприклад, дослідження відхилення, заповнення та дані про перфорацію) не потрібне. Однак ми рекомендуємо заповнювати цю інформацію, оскільки це допомагає запуснути багатолункову модель із правильними параметрами за замовчуванням.

Ми рекомендуємо виконати аналізи та/або моделювання для окремих лунок перед використанням багатолункової моделі. Ви можете ввести параметри з аналізу окремих свердловин як відправну точку для багатолункової моделі.

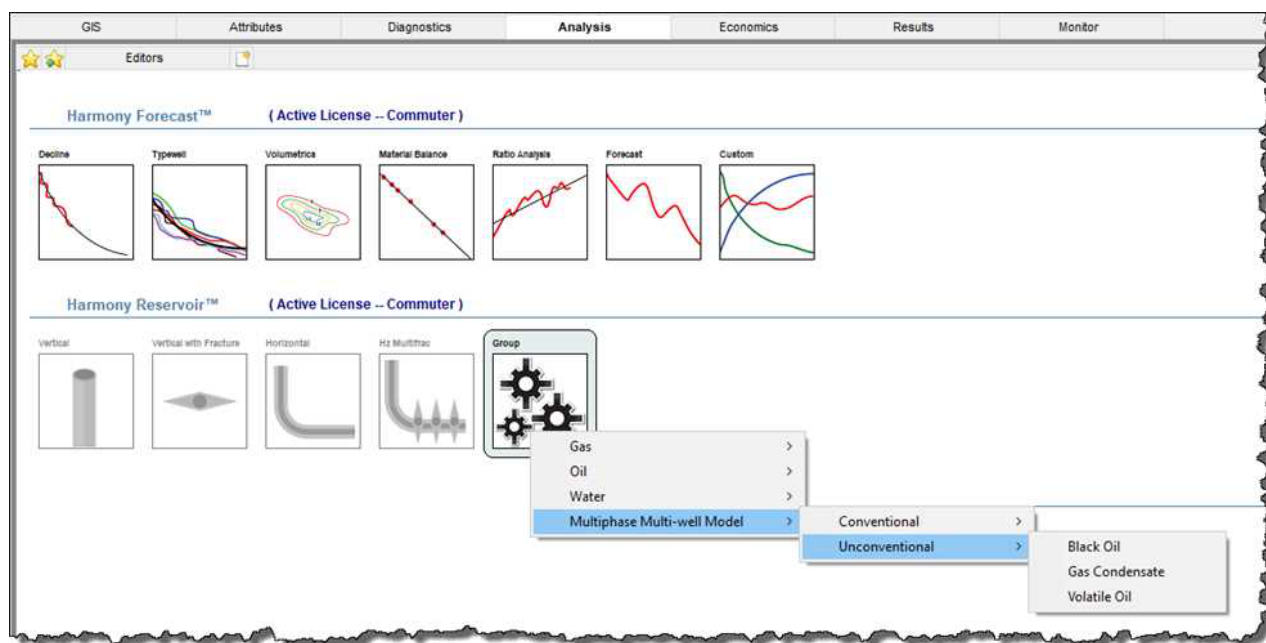
За замовчуванням відкривається вкладка «Графіки» (з вибраною кнопкою «Свердловини») з інформаційною панеллю з чотирма графіками.

Для отримання додаткової інформації перегляньте інформаційну панель.

Створення моделі

Щоб створити модель UMW:

1. Створіть групу (у Entity Viewer - Hierarchy або Entity Viewer - Custom), яка містить усі лунки, які ви хочете включити до моделі.
2. Запустіть групу для аналізу. Додаткову інформацію див. у розділі Вибір сутності для аналізу.
3. Клацніть зображення групи та виберіть Багатофазна багатолункова модель, нетрадиційна.



Ви можете створити модель Black Oil, Volatile Oil або Gas Condensate:

- Black Oil – враховує газ, розчинений у рідині, але не враховує рідину, що випарувалася в газі; тому вам не слід створювати модель чорної нафти для групи, яка має багатий рідиною газ як тип газу.
- Газовий конденсат – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує випаровування рідини в газі. Цю модель слід використовувати лише для груп, які мають багатий рідиною газ як тип газу.
- Летюче масло – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує рідину, що випаровується в газі. Водну фазу можна вимкнути в моделі.

Примітка. Для отримання додаткової інформації перегляньте модифікації для багатофазної моделі.

Основна панель інструментів

Основна панель інструментів містить такі значки:


-  Витягти значення за замовчуванням – виберіть із цих параметрів:


- Властивості групи – копіює значення за замовчуванням із редактора властивостей групи.

- Груповий аналіз – відображає підменю з усіма іншими нетрадиційними багатолунковими моделями для групи. (Якщо немає інших нетрадиційних багатолункових моделей, цей параметр не відображається.) Вибір однієї з існуючих моделей копіює одну багатолункову модель в іншу в тій же групі, що може бути корисним, якщо ви хочете поекспериментувати з копією моделі, зберігаючи оригінальний вміст. Зверніть увагу, що параметри на вкладці Прогноз не копіюються.

- Аналіз вибраних свердловин – відображає підменю з усіма аналізами (тобто URM, аналітичними та числовими) для вибраної свердловини. (Якщо немає інших аналізів, ця опція не відображається.) Вибір одного з наявних аналізів копіює параметри цього аналізу до поточної вибраної лунки.


- Інша свердловина в цій моделі – відображає підменю з усіма іншими свердловинами в цій моделі. Виберіть одну з лунок, щоб скопіювати метод розрахунку, параметри свердловини та обмеження з цієї свердловини в поточну вибрану свердловину (відображається в свердловинах у розділі «Вибрана свердловина»).


-  Push Defaults – копіює параметри лунки з поточної вибраної лунки до іншої лунки, яку ви вибрали, або до всіх лунок у моделі. Вибір «Параметрів моделі» копіює всі параметри, встановлені на вкладці «Діаграми \ Свердловини»; вибір Параметрів прогнозу копіює параметри, встановлені на вкладці Прогноз для поточної вибраної свердловини.


-  Синтезувати – клацайте цю піктограму щоразу, коли ви хочете зіставити історію та створити прогноз.


-  Зупинити синтез – зупиняє синтезовані обчислення моделі.

-  Previous Well – перехід до попередньої свердловини.


-  Наступна свердловина – перехід до наступної послідовної свердловини.


-  Копіювати в / Вставити з буфера обміну – копіює / вставляє параметри сутності з буфера обміну.


- Значки відтворення ()


Після того, як ви клацнете піктограму «Синтезувати» () на основній панелі інструментів і завершите обчислення, на тій самій панелі інструментів увімкнуться піктограми, перелічені нижче. За допомогою цих піктограм відтворення ви можете побачити, як тиск або насиченість змінюються з часом. Під час наведення вказівника миші на кольоровий графік спливаюча підказка відображає значення тиску або насичення та одиниці вимірювання.

-  Перейти до початку – відображає властивість у момент часу 0.

-  Назад на один кадр – переглядайте часові кроки в зворотному порядку по кадру за раз.

-  Грати у зворотному напрямку – переглядайте кроки у зворотному напрямку. Ви можете клацнути цей значок кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.

-  Зупинити – зупинити процес відтворення. Коли ви наводите курсор на різні комірки в лунці, відображається тиск або насичення.

-  Грайте – переглядайте часові кроки від початку до кінця. Ви можете клацнути цей значок кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.

-  Перейти на один кадр вперед – переглядати кадр за кадром.

-  Перейти до кінця – відображає останній часовий крок.

Вкладка «Ділянки».

Ця вкладка відображає чотири графіки на інформаційній панелі та має п'ять кнопок унизу ліворуч: свердловини, резервуар, шари, об'єми та параметри. Якщо ви не бачите всі ці кнопки, натисніть >> і виберіть «Показати всі кнопки».

Wells

Коли ви натискаєте кнопку Свердловини, відображаються параметри для всіх свердловин, вибрана свердловина, геометрія, проникність тощо.

The screenshot displays a configuration window for wells, organized into several sections:

- All Wells:**
 - L_e : 7314.2 ft
 - n_f : 8
 - x_{wL1} : 500 ft
 - x_{wRn} : 500 ft
 - x_e : 1000.0 ft
 - y_e : 7314.2 ft
- Selected Well:** Well A
- Include**
- Geometry:**
 - x_f : 170 ft
 - y_{SRV} : 300 ft
- Permeabilities:**
 - k_{SRV} : 1.0000e-04 md
 - F_{CD} : 50.0
 - k_{rWf} : 8.5e-01 md.ft
- Advanced Completion Geometry:**
 - x_{fL} : 170 ft
 - x_{fR} : 170 ft
 - x_{SRVL} : 170 ft

В даний час свердловини в рамках моделі UMW вважаються паралельними, з однаковою довжиною і з однаковою кількістю тріщин. Таким чином, наступні параметри розподіляються між усіма свердловинами:

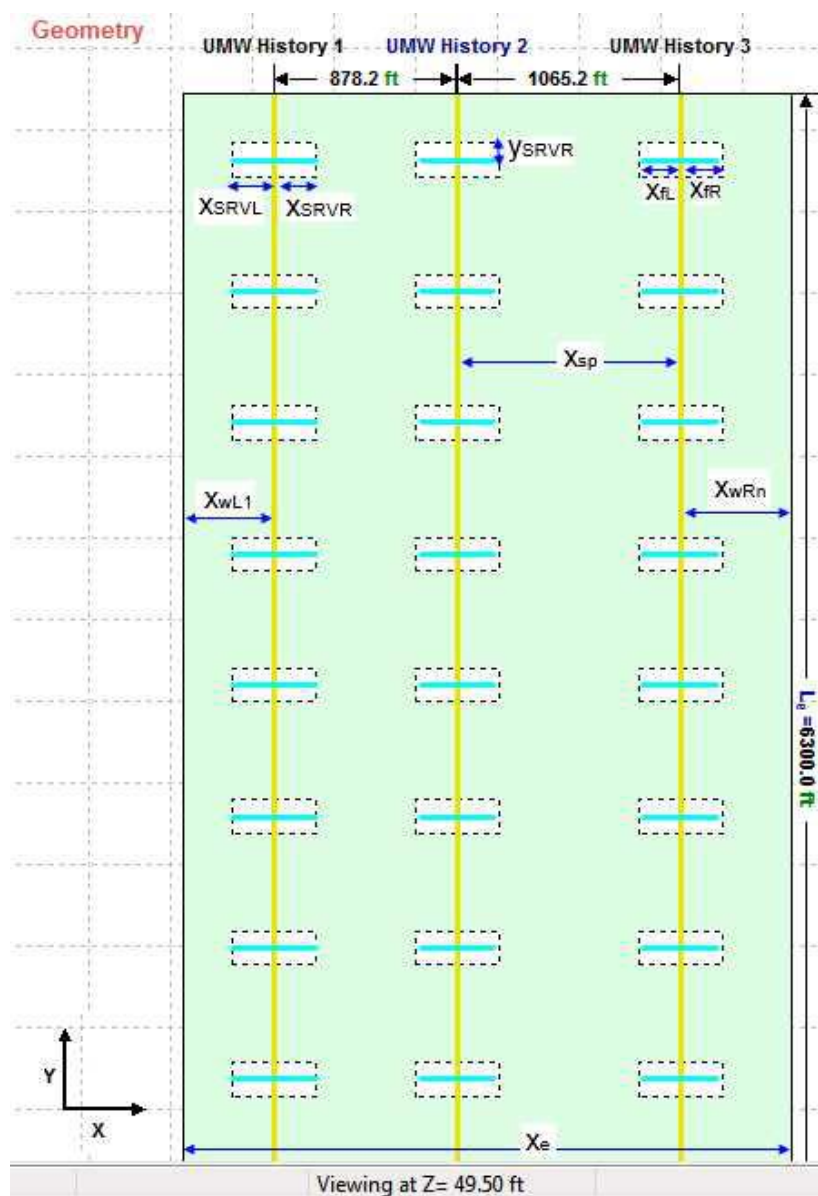
- L_e – ефективна довжина горизонтальної свердловини. За замовчуванням це поле заповнюється на основі перфорацій, налаштованих у редакторі Wellbore для кожної свердловини в групі, але ви можете редагувати його.
- n_f – кількість переломів.
- x_{wL1} – відстань від першої свердловини до лівої межі пласта.
- x_{wRn} – відстань від останньої свердловини до правої межі пласта.
- x_e – протяжність пласта в напрямку x . Це значення не можна редагувати безпосередньо, але його можна змінити, змінивши x_{wL1} , x_{wRn} і x_{sp} для окремих лунок.
- y_e – протяжність пласта в напрямку y . За замовчуванням $y_e = L_e$.

Примітка: встановлення $u_e > L_e$ значно сповільнює обчислення. (У випадку, коли $u_e = L_e$, усі етапи тріщинуватості моделі ідентичні, і ми можемо використовувати симетрію для збільшення швидкості розрахунку.) Якщо проникність матриці низька, ми рекомендуємо встановити $u_e = L_e$. Якщо проникність матриці є відносно високою, а внески від частин матриці, які знаходяться за межами свердловини, є значними, ви можете встановити $u_e > L_e$, щоб включити ці внески. Ви також можете запустити модель з $u_e = L_e$ під час процесу зіставлення історії та встановити $u_e > L_e$ лише для розрахунку прогнозу моделі.

Решта параметрів у Wells налаштовуються окремо для кожної лунки. Виберіть свердловину зі спадного списку «Вибрана свердловина», щоб установити або змінити параметри, пов'язані з цією конкретною свердловиною. (Ви повинні налаштувати параметри для кожної лунки, щоб багатолункова модель була дійсною.)

- Включити – за замовчуванням усі лунки в групі включено до моделі. Зніміть позначку «Включити», щоб виключити вибрану свердловину з моделі. Якщо свердловину виключено, вам все одно потрібно налаштувати для неї дійсні параметри: геометрія області свердловини все ще використовується для створення сітки, яка використовується в моделі. Однак, якщо свердловина виключена, її видобуток не враховується, а проникність для всієї області свердловини (включаючи розрив і SRV) моделюється так, щоб вона дорівнювала проникності матриці (kmatrix).

Геометрія



- x_f – половина довжини зламу. Встановіть це поле, якщо ви хочете змоделювати симетричний перелом із областю SRV, яка простягається вздовж усього розлому. В іншому випадку встановіть x_{fL} , x_{fR} , x_{SRVL} і x_{SRVR} у розділі Advanced Geometry.

- y_{SRV} – половина SRV в напрямку y .

Проникність

- k_{SRV} – проникність SRV (внутрішньої зони).
- FCD – безрозмірна провідність руйнування.
- k_{fwf} – провідність руйнування. Провідність руйнування та безрозмірна провідність руйнування пов'язані: $FCD = k_{fwf} / (k_{SRV} x_f)$. Ви можете

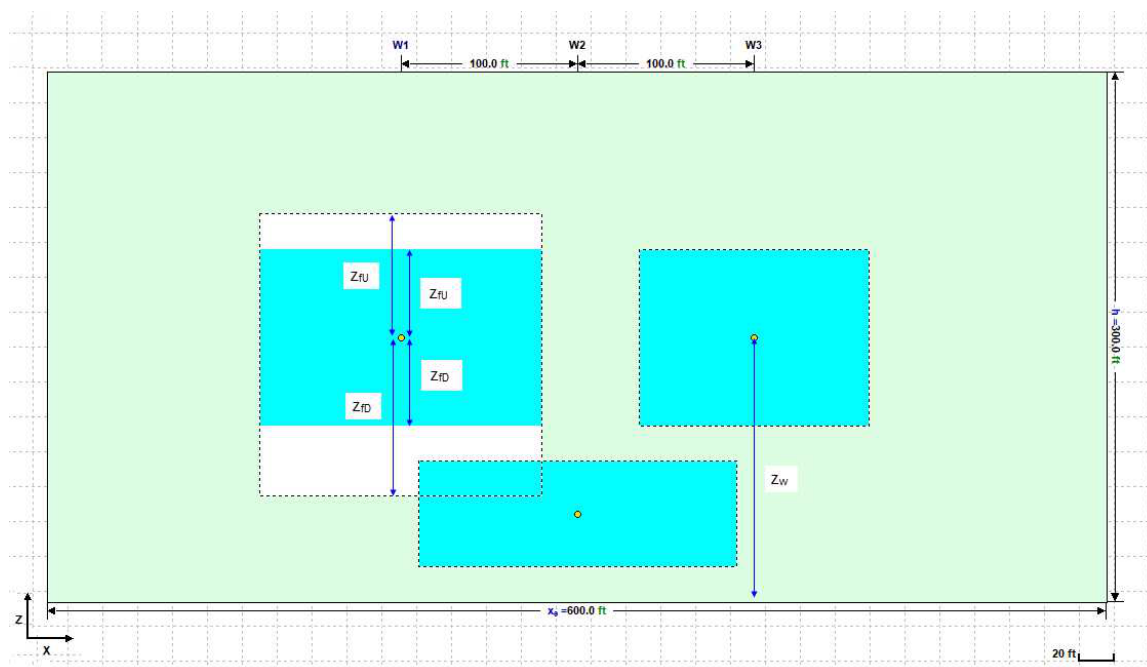
встановити будь-який із цих двох параметрів (FCD або k_{fwf}), а інший розраховується на основі встановленого вами параметра.

Розширена геометрія заповнення

- x_{sp} – відстань по горизонталі до наступного стовбура свердловини.
- x_{fL} , x_{fR} – використовуйте ці параметри для встановлення несиметричного перелому. Ліве крило зламу (x_{fL}) і праве крило зламу (x_{fR}) можуть бути різними (див. геометрію вище).
- x_{SRVL} , x_{SRVR} – використовуйте ці параметри, щоб налаштувати SRV, що простягається менше або за межі x_f (див. геометрію вище).

Вертикальна роздільна здатність

Параметри в розділі «Вертикальна роздільна здатність» використовуються для встановлення z-значень для розташування свердловин і закінчування. Використовують цю ділянку, коли стовбури свердловин розташовані на різних глибинах, а також коли SRV і тріщини не проходять через всю товщу пласта. Коли ви встановлюєте вертикальну роздільну здатність не за замовчуванням, модель відповідно позначається сіткою у вертикальному напрямку. У цьому випадку потік рідини моделюється в трьох вимірах з урахуванням k_z/k_{xy} і сили тяжіння.



- z_w – відстань по вертикалі від дна пласта до стовбура свердловини.

- z_fU – ступінь перелому (вгору).
- z_fD – ступінь перелому (вниз).
- $zSRVU$ – протяжність SRV (вверх).
- $zSRVD$ – ступінь SRV (вниз).

Інші параметри

• Метод розрахунку видобутку – встановіть, чи вибрана свердловина повинна працювати з дебітом або з контролем тиску.

• Метод розрахунку для закачування – якщо у вас є швидкості закачування для вашої свердловини в редакторі «Видобуток», розділ «Метод розрахунку закачування» буде ввімкнено, і ви можете встановити елементи керування, які використовуватимуться під час закачування.

Водосховище

Натиснувши кнопку Резервуар, ви можете вказати параметри, які використовуються для всієї моделі резервуара.

The screenshot shows a software interface with two tabs: 'Plots' and 'Forecast'. The 'Reservoir' section is expanded, displaying the following parameters:

P_i	3000.00	psi(a)
c_f	4.51e-06	1/psi
h	143.0	ft
μ	12.00	%
S_g	10.00	%
S_o	87.00	%
S_w	3.00	%
K_{matrix}	3	md
k_z/k_{xy}	0.100	

Below the 'Reservoir' section, there are two expandable sections: 'Adsorption' and 'Geomech', both currently collapsed. At the bottom of the interface, there are two buttons: 'Wells' and 'Reservoir'.

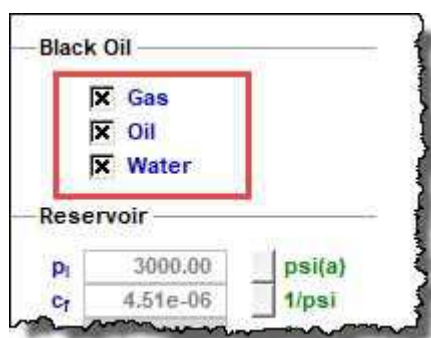
Якщо модель має більше одного шару, деякі параметри на вкладці Резервуар доступні лише для читання, оскільки вони визначені для кожного шару. Щоб налаштувати параметри для кожного з шарів, натисніть кнопку Шари та задайте параметри там. k_{matrix} – горизонтальна проникність матриці (зовнішньої зони) в межах свердловини обраної свердловини.

k_z/k_{xy} – відношення вертикальної проникності до горизонтальної. (Це співвідношення застосовується лише до k_{matrix} .) Щоб включити ефект адсорбованого газу, установіть прапорець «Адсорбція». Параметри адсорбції встановлюються для всього пласта. Зверніть увагу, що цей параметр не можна використовувати для моделей, які містять масло або конденсат. Для отримання додаткової інформації дивіться ізотерму Ленгмюра.

Щоб включити вплив зміни стисливості та проникності пласта під впливом тиску, установіть прапорець Геомеханічні. Геомеханічні параметри встановлюються для всього пласта. Для отримання додаткової інформації дивіться геомеханічні моделі пластів.

Вибір типу рідини

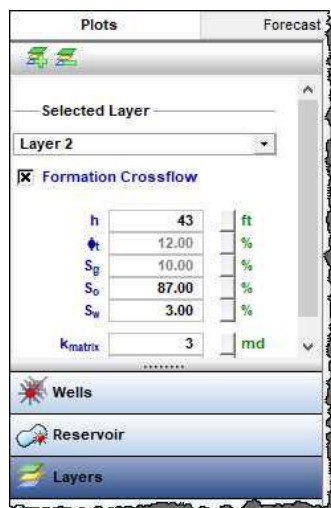
Установіть прапорці для фаз рідини, які ви хочете включити у свою модель: газ, нафта та/або вода.



Шари


Коли ви натискаєте кнопку «Шари», відображаються шари для резервуара. Якщо ваша модель має лише один шар, параметри шару доступні лише для читання, оскільки шар однаковий для всього пласта.


Тому натисніть кнопку Резервуар і задайте там параметри.



oolbar

На панелі інструментів «Шари» є такі значки:

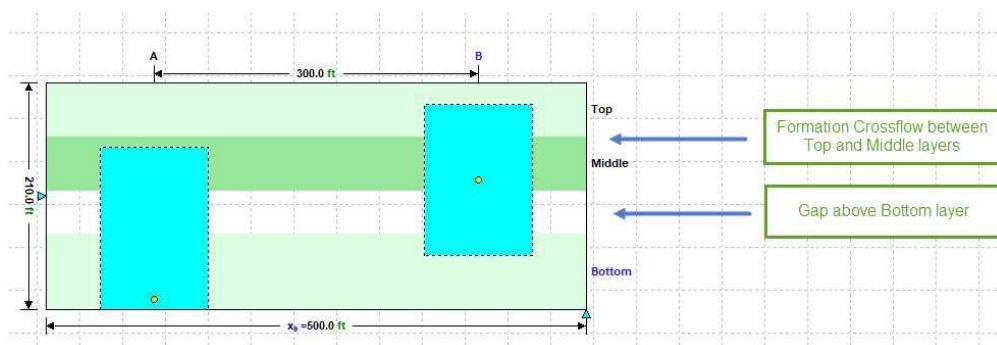
-  Додати новий шар під вибраним шаром – відкриває діалогове вікно «Додати шар», у якому ви вводите назву нового шару, який буде додано під поточним вибраним шаром.

-  Видалити вибраний шар – видаляє поточний вибраний шар. Вам не буде запропоновано підтвердити своє рішення.

Щоб перейменувати шар, клацніть його правою кнопкою миші.

Вибраний розділ шару

Щоб переглянути або змінити параметри певного шару, виберіть шар у розкривному списку «Вибраний шар». Усі наведені нижче параметри стосуються вибраного шару.



Formation Crossflow – ця опція доступна для всіх шарів, крім верхнього. Цей параметр використовується для визначення того, чи існує зв'язок між шарами через матрицю (перехресний потік пласта), чи шари розділені непроникним шаром (розрив) і сполучаються лише через тріщину або SRV.

- Якщо цей прапорець встановлено, це означає, що існує зв'язок між шарами в резервуарі через матрицю.

- Якщо прапорець знятий, ви можете змоделювати проміжок між поточним вибраним шаром і шаром над ним; введіть висоту розриву в полі Gap Above. Ви можете переглянути розрив у вигляді XZ (вид збоку) схеми.

Обсяги

Коли ви натискаєте кнопку «Об'єми», відображаються лише доступні для читання значення для пласта, свердловини та шару.

Ви можете змінити, яка лунка та/або шар відображаються, вибравши їх зі спадного списку.

Plots		Forecast
Reservoir		
OGIP _F	0.000	Bscf
OGIP _s	7.403	Bscf
OGIP	7.403	Bscf
OOIP	17626.7	Mstb
OWIP	5560.4	Mstb
A	422	acres
A _{SRV}	165	acres
Well		
UMW History 2		
OGIP _F	0.000	Bscf
OGIP _s	1.292	Bscf
OGIP	1.292	Bscf
OOIP	3076.3	Mstb
OWIP	970.4	Mstb
OGIP _{SRV}	0.317	Bscf
OOIP _{SRV}	754.7	Mstb
OWIP _{SRV}	238.1	Mstb
A _{SRV}	18	acres
Layer		
Layer 1		
OGIP _F	0.000	Bscf
OGIP _s	7.403	Bscf
OGIP	7.403	Bscf
OOIP	17626.7	Mstb
OWIP	5560.4	Mstb

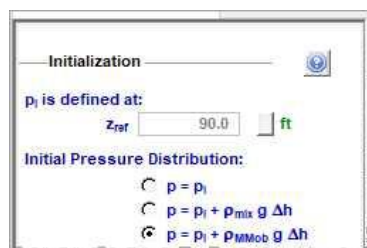
Wells		
Reservoir		
Layers		
Volumes		

Опції

Коли ви натискаєте кнопку «Параметри», відображаються параметри ініціалізації та сітки.

Ініціалізація

Параметри ініціалізації відображаються лише тоді, коли модель має більше однієї сітки у вертикальному напрямку (наприклад, коли модель має кілька шарів).



- z_{ref} – це відстань від дна водойми до еталонної глибини для p_I . Початковий тиск для пласта (p_I) визначається в Резервуарі. За замовчуванням приймається, що значення початкового тиску відповідає середині продуктивності пласта. Однак ви можете змінити контрольну глибину, на якій визначається p_I . Наприклад, якщо ви встановлюєте $z_{ref} = 0$ футів і $p_I = 5000$ psi(a), це означає, що початковий тиск на дні пласта дорівнює 5000 psi(a).

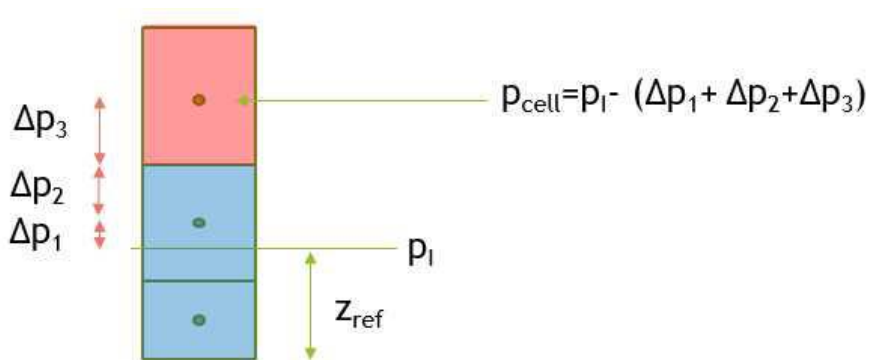
Після встановлення початкового тиску на базовій глибині початковий тиск у кожній клітинці сітки моделі розраховується відповідно до параметрів, встановлених у розділі Initial Pressure Distribution:

- $p = p_I$ – початковий тиск у кожній комірці дорівнює p_I .
- $p = p_I + \rho_{mix} g \Delta h$ – тиск у кожній комірці розраховується, як показано на малюнку нижче. Кожна окрема різниця тиску розраховується як: $\Delta p = \rho_{mix} g \Delta h$, де ρ_{mix} є густиною суміші та розраховується як:

$$\rho_{mix} = \frac{S_{gi} \cdot \rho_g + S_{oi} \cdot \rho_o + S_{wi} \cdot \rho_w}{S_{gi} + S_{oi} + S_{wi}}$$

де тільки рухомі фази включені в обидва підсумки.

- $p = p_I + \rho_{MMob} g \Delta h$ – тиск у кожній комірці розраховується, як показано на малюнку нижче. Кожна окрема різниця тиску розраховується як $\Delta p = \rho_{MMob} g \Delta h$, де ρ_{MMob} є густиною найбільш рухомої фази в комірці.

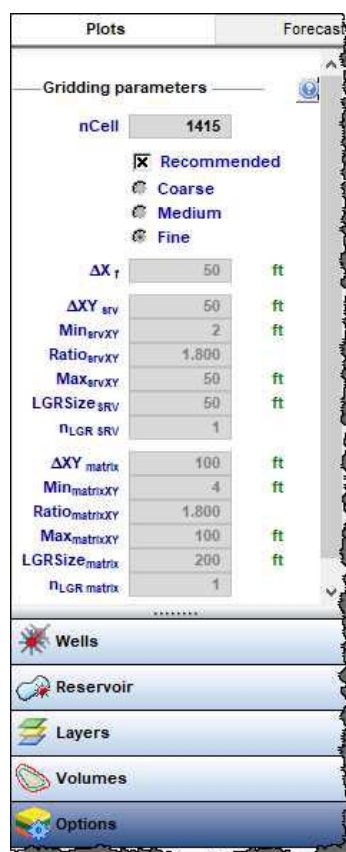


Ми рекомендуємо налаштувати модель таким чином, щоб фази були розділені (тобто кожна комірка мала лише одну рухому фазу з більш легкими фазами вище). У цьому випадку другий і третій варіанти зводяться до: $\Delta p = \rho g \Delta h$, де ρ – густина лише рухомої фази в комірці. Вибір другого або третього варіанту призводить до ініціалізації системи в стані гідростатичної рівноваги. Якщо ви вирішите налаштувати модель таким чином, щоб фази не були розділені, модель не буде в рівновазі, незалежно від того, який параметр ви виберете. (Фази починають розділятися через силу тяжіння як частину симуляції моделі.) Залежно від випадку, розподіл тиску за допомогою одного з доступних варіантів може допомогти ініціалізувати модель до стану, близького до гідростатичної рівноваги.

Параметри сітки

Після встановлення розмірів пласта, розташування свердловин і параметрів заповнення свердловин модель UMW створює відповідну сітку для отримання точних результатів з мінімальним часом розрахунку. Щоб відобразити сітку, клацніть правою кнопкою миші схематичний графік і виберіть «Показати комірки сітки».

Зазвичай параметри сітки за замовчуванням працюють добре, але в деяких випадках ви можете налаштувати параметри сітки, змінивши параметри сітки.



Є три попередньо визначені параметри сітки: Груба, Середня та Тонка. Коли параметр Рекомендовано ввімкнено, один із попередньо визначених параметрів автоматично вибирається на основі параметрів моделі.

Крім того, ви можете скасувати вибір «Рекомендовано» та налаштувати сітку вручну. Наприклад, ви можете використати грубу сітку під час зіставлення моделі з історичними даними, а потім переключитися на дрібну сітку після завершення зіставлення.

Якщо вам потрібна ще більша гнучкість, ви можете вибрати опцію Custom і редагувати кожен параметр сітки окремо. Якщо ви вибрали цей параметр, зверніться до схеми сітки моделі та опису окремих параметрів сітки нижче:

- Розрив має осередок, що містить стовбур свердловини, і його розмір є фіксованим. Решта тріщини ділиться на рівні осередки з розміром x , який приблизно заданий ΔX_f .

- Регіони SRV мають арифметичну сітку у вимірі x (приблизно визначену ΔXY_{srv}) і геометричну сітку у вимірі y (задану Min_{srvXY}, Ratio_{srvXY} і Max_{srvXY}).

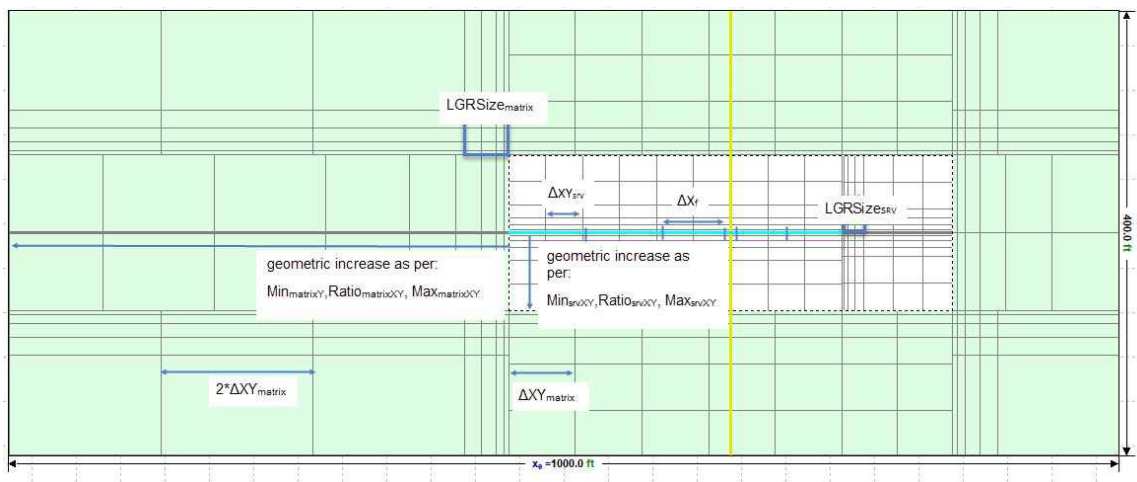
- Матриця розбивається на декілька секцій (визначених розташуванням і SRV-межами всіх лунок), а потім кожна секція наноситься на сітку окремо.

Розділи, які мають суміжні області SRV, мають геометричну сітку, що починається на межі з областю SRV. Це робиться для вловлювання великих градієнтів тиску в таких областях. (Геометрична сітка регулюється $MinmatrixXY$, $RatiomatrixXY$ і $MaxmatrixXY$).

В інших випадках розділи матриці мають арифметичну сітку (розмір комірок приблизно дорівнює матриці ΔXY для розділів, які є суміжними з областями SRV, і приблизно дорівнює матриці $2*\Delta XY$ для інших розділів матриці.)

- Локальні уточнення сітки (LGR) додаються для тих кутів секцій матриці, які торкаються кутів SRV. Розмір локального уточнення сітки визначається $LGRSize_{matrix}$. Уточнена сітка в межах цих областей LGR будується шляхом продовження ліній сітки від коригувальних розділів (які мають геометричну сітку). Кожна nLGR матриця -й рядок продовжується.

- Локальні уточнення сітки також додаються для частин SRV, які торкаються вершин зламу. Розмір LGR визначається $LGRSize_{SRV}$. Уточнена сітка в межах цих областей LGR будується шляхом продовження ліній сітки від коригувальних розділів (які мають геометричну сітку). Кожен nLGR SRV – ий рядок продовжується.



Приладова панель

На приладовій панелі є чотири ділянки.


Ви можете змінити графіки (тобто схема XY, співвідношення, час дебіту свердловини, загальний час дебіту, схема XZ та схема YZ), які відображаються на інформаційній панелі, натиснувши кнопку «Змінити графік» на панелі інструментів кожного графіка.

Примітка. Якщо розгорнути графік на інформаційній панелі, ви не зможете перемикаати його, доки не зменшите його вигляд. Для опису поширених піктограм див. панелі інструментів графіки.



Графік співвідношень

Цей графік відображає історичні та змодельовані співвідношення для вибраної свердловини.

Графік свердловини за часом

Цей графік відображає історичні та змодельовані дебїти та тиск для однієї свердловини. Щоб показати або приховати газ/нафту/воду, клацніть відповідні значки: .

Майте на увазі, що ви можете перемикаати перегляди за допомогою цієї піктограми:

 /  Переключитися на курс проти часу / Переключитися на сукупний показник проти часу – перемикання між цими двома видами.

Щоб змінити свердловини, ви можете:



- Натисніть стрілки на головній панелі інструментів.
- Виберіть іншу лунку зі спадного списку «Вибрати лунку».

Графік загальна швидкість/час

Цей графік відображає загальні історичні та змодельовані показники / кумулятивний видобуток для всього пласта, а також пластовий тиск. Щоб показати або приховати газ/нафту/воду, клацніть відповідний значок

(s): .

Майте на увазі, що ви можете перемикаати перегляди за допомогою цієї піктограми:

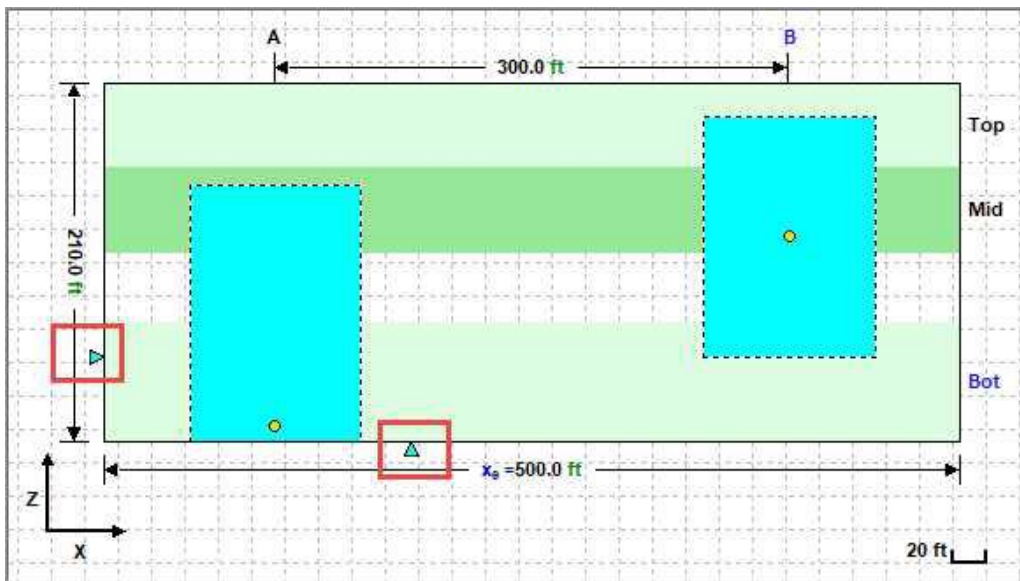
 /  Переключитися на курс проти часу / Переключитися на сукупний показник проти часу – перемикання між цими двома видами.

Схематичний сюжет

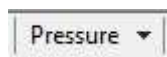
На цьому графіку показано схематичне зображення форми резервуара та розташування свердловин у ньому.

Після запуску моделі ви можете використовувати той самий графік для перегляду розподілу властивостей комірки (тиск, насиченість будь-якої фази або проникність) на будь-якому часовому етапі.

Ви можете мати схематичні графіки, що відображають поперечні перерізи XY, XZ або YZ. Якщо відображається більше одного перерізу, кожен переріз має сині стрілки, що вказують розташування інших перерізів.



Ці піктограми панелі інструментів є унікальними для цієї ділянки:



Режим відображення затінених графіків – цей спадний список стає доступним після того, як модель буде синтезовано. Використовуйте цей розкривний список, щоб вибрати властивість, яку ви бажаєте відобразити в кожній клітинці сітки. Ви можете вибрати одну з наступних властивостей для його відображення: Тиск, Насичення (схема кольорів на основі насиченості всіх трьох фаз), Насичення газом, Насичення нафтою, Насичення водою або Проникність.

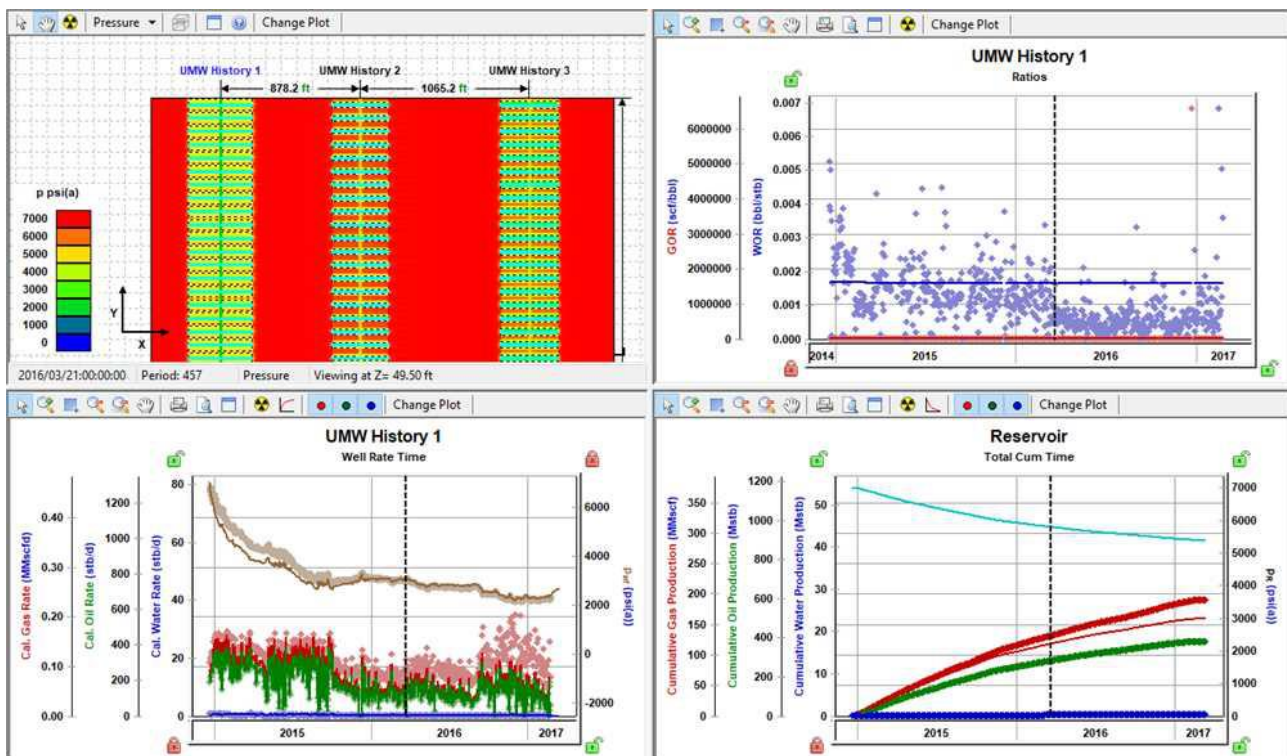


Установити розташування поперечного перерізу – за замовчуванням усі схеми XY мають поперечний переріз, проведений через середину плати. Однак ви можете встановити поперечний переріз, який потрібно намалювати на будь-

якій заданій відстані Z від дна резервуара. (Подібним чином ви можете встановити бажані місця для поперечних перерізів для схем ZX і YX.) Щоб отримати інформацію про загальні піктограми графіків, перегляньте панелі інструментів графіків.

Після того, як ви клацнете піктограму Синтезувати (Ψ) на основній панелі інструментів, синтез продовжується. Лінії, що представляють результати симуляції, малюються під час моделювання.

Позиційні лінії вказують на хід розрахунку. Затінений графік відображає розподіл тиску або насиченості на щойно обчисленому кроці часу (що вказано міткою часу в нижньому лівому куті, яка відображає точну дату та час). Після завершення обчислення ці лінії позиції можна перетягнути до моменту часу, який ви хочете розглянути більш уважно, і всі графіки синхронізуються.



Якщо ви виявите, що колірну шкалу для вашої затіненої ділянки потрібно налаштувати, клацніть правою кнопкою миші легенду та виберіть Налаштувати колірну шкалу, а потім введіть налаштовані мінімальне та максимальне значення. Щоб повернутися до мінімальних і максимальних значень за умовчанням, клацніть правою кнопкою миші легенду та виберіть Скинути шкалу кольорів.



Контекстне меню

Якщо клацнути правою кнопкою миші на поданні пласта для ваших свердловин, ви побачите такі параметри:

- Показати комірки сітки – відображає макет сітки на вашій схемі.
- Показати затінений графік (після синтезу) – відображає графік після завершення процесу синтезу.
- Показати лінії сітки масштабу – показати/приховати лінії сітки за допомогою маркера масштабу.
- Показати розміри – показати/сховати розміри в правій частині діаграми.
- Показати розташування перерізів – показати / приховати перерізи.
- Показати шари – показати/приховати шари. Цей параметр відображається, якщо існує більше ніж один шар.
- Різні кольори для SRV і матриці – якщо вибрано цей параметр, SRV і матриця відображаються кольором, відмінним від решти схеми.

Якщо цей параметр знято, уся схема відображається білим кольором.

- Показати схему одного перелому – відображає перелом крупним планом.

Ви можете повернутися до Показати всю схему моделі.

Вкладка Прогноз

Ця вкладка має ті самі функції, що й підвкладка числового прогнозу, але ви можете відобразити всі лунки в групі або окремі лунки.

Ділянка прогнозу

Якщо у розкритому списку «Вибрати свердловину» вибрано «Усі свердловини», на графіку «Прогноз» відображаються швидкості на рівні групи

та пластовий тиск. Якщо в розкритому списку «Вибір свердловини» вибрано одну зі свердловин, на діаграмі «Прогноз» відображаються дебіти та тиск потоку для цієї вибраної свердловини.

Параметри прогнозу

Використовуйте розкритий список «Вибір лунки», щоб вибрати будь-яку окрему лунку або «Усі лунки». Виберіть одну зі свердловин, щоб переглянути параметри прогнозу лише для цієї свердловини в таблиці прогнозів, або виберіть Усі свердловини, щоб переглянути параметри прогнозу для всіх свердловин разом.

Дата початку прогнозу встановлюється для всієї моделі (прогноз для всіх свердловин починається з цієї заданої дати).

Значення в стовпці «Тривалість» розподіляються між усіма свердловинами в моделі.

Прогнозні обмеження застосовуються до всіх свердловин у моделі.

Після того, як ви налаштуєте дійсний прогноз і синтезуєте його, у таблиці результатів прогнозу відобразяться EUR, RR, RF та історичні об'єми для кожної свердловини для кожної фази рідини, доступної в моделі.

Прогнозна ін'єкція

Щоб спрогнозувати нагнітання для будь-якої свердловини, виберіть один із цих параметрів у спадному списку Тип керування:

- Швидкість закачування газу – прогноз при заданій швидкості закачування газу.

- Швидкість закачування води – прогноз при заданій швидкості закачування води.

- Тиск (Inj Gas) – прогноз при заданому тиску потоку піщаної поверхні. (Цей тиск досягається впорскуванням газу.)

- Тиск (Inj Water) – прогноз при заданому тиску течії піщаної поверхні. (Цей тиск досягається впорскуванням води.) Примітка: для того, щоб вищевказані параметри були доступними, необхідно вибрати відповідну фазу рідини, коли ви натискаєте кнопку Резервуар.

Обмеження на нагнітання застосовуються, якщо принаймні одна зі свердловин має прогноз на нагнітання.

- $(p_{inj})_{max}$ – встановлює максимальний тиск течії піщаної поверхні під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальний тиск потоку, регулюється швидкість впорскування.

- $(q_{ginj})_{max}$ – встановлює максимальну швидкість закачування газу під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальне обмеження швидкості, тиск потоку регулюється.

- $(q_{winj})_{max}$ – встановлює максимальну швидкість закачування води під час прогнозу. Щоб підтримувати максимальне обмеження швидкості, тиск потоку регулюється.

Панель інструментів

На цій панелі інструментів є ті ж загальні піктограми, що й на панелях інструментів графіки.

Вкладка Таблиці

На цій вкладці відображаються результати розрахунків у вигляді таблиці.

Лабораторна робота 3. Числова модель Harmony

Цифрову модель було змінено з Harmony, щоб значно скоротити час обчислень, тому вона майже така ж швидка, як аналітична модель. Для отримання додаткової інформації дивіться теорію чисельної моделі.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Reservoir™.

Перш ніж почати використовувати числову модель, переконайтеся, що всю необхідну інформацію додано до проекту Harmony Enterprise. Дані про видобуток свердловини (дебіт і тиск на піщаній поверхні) повинні бути заповнені в редакторі «Видобуток», а властивості колектора та рідини повинні бути вказані в редакторі «Властивості». Коли ви створюєте нову числову модель, властивості колектора застосовуються автоматично.

Ми рекомендуємо виконати аналіз, перш ніж використовувати числову модель як відправну точку для інших параметрів моделі. Наприклад, для звичайних свердловин баланс потокового матеріалу (FMB) дає оцінку початкової рідини на місці, а використання аналізу кривої типу дає уявлення про проникність, поверхню, форму/розмір колектора та властивості тріщин. Для нетрадиційних свердловин нетрадиційний аналіз колектора може бути використаний для оцінки проникності, довжини тріщин, уявної провідності та розміру стимульованого об'єму колектора.

Ви можете зіставити свої дані в історії за допомогою двох методів (автоматичної оцінки параметрів (APE) і синтезу), але є важливі відмінності.

APE – ви можете вибрати один або кілька параметрів, а числова модель зберігає інші параметри постійними, тоді як параметри, які змінюються, коригуються для зменшення середньої похибки між історією виробництва та результатами моделі.

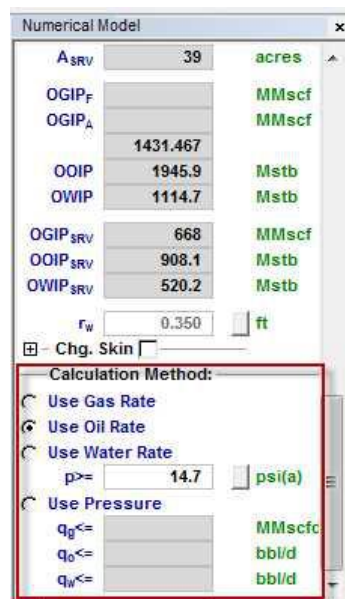
Синтезувати – не змінює параметри, але всі історичні дані та параметри в таблиці використовуються для запуску моделі. "Збіг" - це те, що відображається після запуску моделі.

Для отримання додаткової інформації перегляньте головну панель інструментів, де описано обидва ці значки.

Панель «Числова модель».

На панелі «Числова модель» введіть необхідні параметри та виберіть метод розрахунку.

Ви можете використовувати витрати будь-якої рідини, відображеної в моделі, щоб обчислити витрати рідин, що залишилися, і тиск течії на піщаній поверхні. Або ви можете використовувати тиск течії піщаної поверхні, щоб обчислити витрати для всіх рідин, відображених у моделі.



Щоб отримати інформацію про параметри числової моделі, перегляньте додаткові параметри.

Обмеження важливих параметрів

Зауважте, що застосовуються ці обмеження параметрів:

- $k_x, k_y > 0$
- skin: $-8 \leq s < 200$
- s_{lim} (located within the Chg Skin section): $-8 \leq s_{lim} < 200$
- $MinXY / 2 < X_w < X_e - MinXY / 2$
- $MinXY / 2 < Y_w < Y_e - MinXY / 2$

Вибір типу рідини

За допомогою числових таблиць ви можете вибрати ці типи рідини на основі поведінки рідини, яку ви хочете змодельовати:

- Газ + нерухома вода – використовується для створення однофазної моделі. У цьому випадку моделюється лише потік газу; вода вважається нерухомою. Якщо ви створюєте числову модель Gas+Immobile Water для багатой рідиною газової свердловини, модель розраховується з точки зору рекомбінованого газу (див. рекомбінацію).

- Black Oil – враховує газ, розчинений у рідині, але не враховує рідину, що випарувалася в газі; тому вам не слід створювати модель Black Oil для свердловин, багатих на рідину. У моделі можна відключити масляну та водну фази.

- Газовий конденсат – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує випаровування рідини в газі. Цю модель слід використовувати лише для свердловин, багатих на рідину.

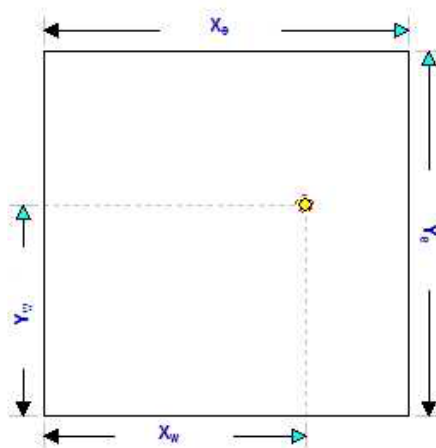
У моделі можна відключити фази конденсату та води.

- Летюче масло – використовується для створення багатофазної моделі, яка враховує рідину, що випаровується в газі. Водну фазу можна вимкнути в моделі.

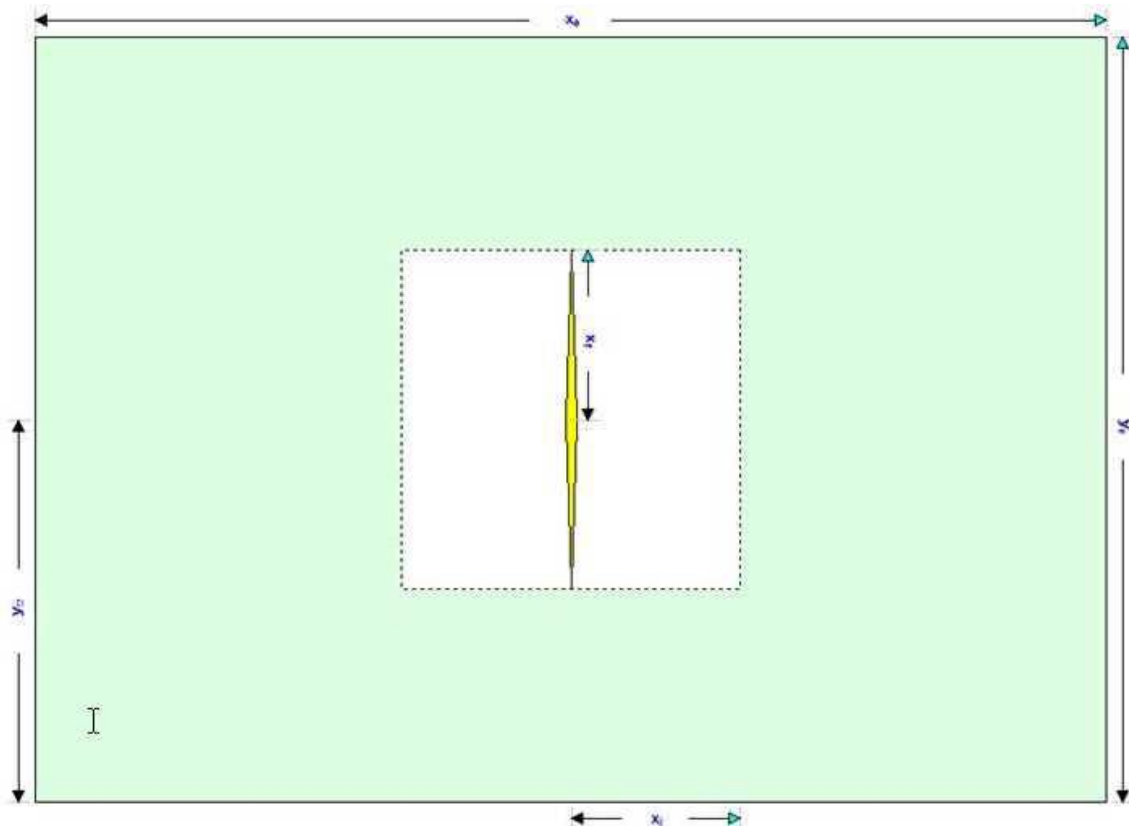
Геометрія моделі

Harmony Enterprise підтримує наступне:

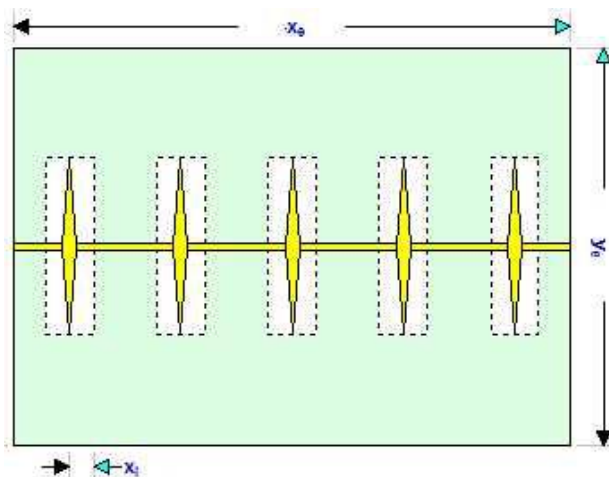
- Вертикальна – ця модель містить вертикальну свердловину, розташовану будь-де в однорідному колекторі прямокутної форми.



- Вертикальна з розривом – ця модель містить вертикальну свердловину з гідравлічним розривом, розташовану в центрі прямокутного пласта. Злам оточений симетричною областю з більшою проникністю.




- Горизонтальний мультирозрив – ця модель дозволяє вказати підвищену проникність в області навколо кожного розриву. Він містить недіючу горизонтальну свердловину, яка живиться кількома ідентичними та рівновіддаленими поперечними тріщинами. Довжина пласта визначається горизонтальною свердловиною. Протяжність розширеної області в напрямку y визначається довжиною перелому.



Основна панель інструментів


Є три панелі інструментів: основна, підкладка «Діаграми» та підкладка «Прогноз».

Основна панель інструментів містить такі значки:





-  За замовчуванням – копіює параметри з редактора властивостей або інших робочих аркушів Резервуара. Якщо у вас є будь-яка аналітична газова горизонтальна модель багаторазового розриву, створена для тієї самої свердловини, ми рекомендуємо використовувати її для заповнення параметрів числової моделі.

Або, якщо ви хочете скопіювати лише один параметр з аналізу, натисніть кнопку «Переглянути значення за замовчуванням і обмеження» праворуч від поля на панелі «Числова модель».



Примітка: параметри, скопійовані з резервуара або іншого аналізу, відображаються сірим шрифтом. Це означає, що вони відповідають стандартним. Ви можете вводити нові значення для будь-якого параметра або змінювати значення для деяких параметрів, переміщуючи елементи схеми. Параметри, які не відповідають стандартним, будуть показані чорним шрифтом.

-  Автоматична оцінка параметрів (APE) – під час роботи APE вибрані параметри автоматично змінюються, щоб мінімізувати похибку між змодельованим тиском/швидкістю та фактичним тиском/швидкістю залежно від методу розрахунку (швидкість або метод розрахунку тиску – для отримання додаткової інформації див. панель числової моделі). Оновлений змодельований тиск/швидкість відображається на графіках під час виконання розрахунку. Під час роботи APE піктограма відображається вибраною. Щоб зупинити APE, клацніть піктограму ще раз, і її немає вибрано більше. Модель залишається на останньому наборі параметрів, а розрахунок відповідності історії завершується для моделі. Додаткову інформацію див. у розділі Використання APE (ті самі функції, що й у аналітичного аркуша).

Важливо: Мета зіставлення історії полягає в тому, щоб розраховані тиски якомога точніше відтворювали фактичні тиски шляхом зміни параметрів моделі. Ви можете змінювати параметри моделі вручну або використовувати APE.

-  AutoCalc – автоматично перераховує збіг історії та прогноз кожного разу, коли ви змінюєте параметри моделі.
-  Синтез – якщо ви не клацнете піктограму AutoCalc, ви повинні клацати цю піктограму кожного разу, коли ви хочете перерахувати модель.
-  Зупинити синтез – зупиняє синтезовані обчислення моделі.
-  Використовувати розріджені виробничі дані – відкриває діалогове вікно «Використовувати розріджені виробничі дані», де ви вказуєте кількість часових кроків для моделювання. Це дає змогу запускати симуляції з меншою кількістю часових кроків, щоб пришвидшити час обчислення. Для отримання додаткової інформації перегляньте розріджені дані.

Ви можете змінити графіки, які відображаються на інформаційній панелі, натиснувши піктограми «Додати доступне подання» (справа від інших піктограм на основній панелі інструментів).

-  – виберіть діаграму, яка буде відображатися у верхньому правому куті панелі інструментів.
-  – виберіть діаграму, яка буде відображатися в нижньому правому куті панелі інструментів.

Підвкладки


Є три підвкладки: Графіки, Прогноз і Таблиці.


Ділянки


Ця підкладка відображає схему та графік на основі даних вашої свердловини.

Панель інструментів


На цій панелі інструментів є такі важливі значки:


-  Скинути атрибути графіка – скидає параметри графіка до налаштувань за замовчуванням.


-  Картинка в картинці – відкриває спливаюче вікно Zoomed View, у якому можна переглянути набори даних великим планом.


-  Точки ваги даних – використовується для підкреслення відповідності конкретним точкам даних під час використання АРЕ (наприклад, остання частина виробництва). Після натискання курсор змінюється на пістолет-розпилювач. Зважені точки даних відображаються більш яскравим кольором і мають 100% зважування; незваженим балам надається вага 10%. (Зважування відображається, якщо навести курсор на точку даних.)


-  Копіювати – копіює дані графіка.


-  Hide the Toolbar – приховати панель інструментів. Якщо ви хочете, щоб панель інструментів відображалася, клацніть правою кнопкою миші графік і виберіть «Показати панель інструментів».


Після того, як ви клацнете піктограму «Синтезувати» () на основній панелі інструментів і завершите обчислення, піктограми, перелічені нижче, увімкнуться на ваших графіках колірною затінення (вертикальний, вертикальний розрив, горизонтальний, горизонтальний мультирозрив). За допомогою цих піктограм відтворення ви можете побачити, як тиск або насиченість змінюються з часом. Схема для вашої діаграми колірною затінення відображається, поки ви вказуєте розміри резервуара, і схема оновлюється, коли ви змінюєте параметри резервуара (наприклад, X_e , Y_e). Спливаюча підказка відображає ваше значення та одиницю вимірювання, а також позицію вашого курсору по осях x і y у моделі, коли ви наводите курсор на графік затінення кольорів.

-  Перейти до початку – повертає відображення до того, як було до натискання піктограми Синтезувати.

-  Назад на один кадр – перегляд обчислень у зворотному порядку по одному кадру за раз.

-  Play in Reverse – переглядати обчислення у зворотному порядку. Ви можете клацнути цю піктограму кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.

-  Зупинити – зупинити процес відтворення.

-  Грайте – переглядайте обчислення від початку до кінця. Ви можете клацнути цю піктограму кілька разів, щоб збільшити швидкість відтворення.

-  Крок вперед на один кадр – переглядайте обчислення по кадру за раз.

-  Перейти до кінця – показує останній розрахунок.

Інформацію про загальні піктограми графіка див. на панелях інструментів графіка.

Оскільки числова модель обчислює результати, графіки затінення кольорів оновлюються кожні 100 мс. Ці інтервали зберігаються в кроках, які можна відтворити як анімацію. Коли модель обчислює дуже швидко, доступно менше кроків, що призводить до великих стрибків для відображених кроків часу.

Прогноз

Ця підкладка має панель інструментів і відображає ваш прогноз: параметри, обмеження та результати.

Після заповнення моделі та її калібрування відповідно до даних про видобуток і тиск за допомогою порівняння історії прогнози видобутку можна створювати та порівнювати за різними обмеженнями. Це також можна використовувати для створення прогнозу видобутку для свердловин без історії видобутку.

Панель інструментів

На цій панелі інструментів є ті ж загальні піктограми, що й на панелях інструментів графіки.

Варіанти прогнозу

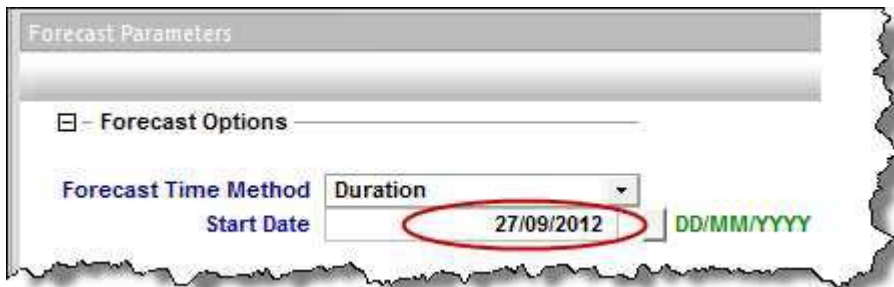
У розділі «Параметри прогнозу» визначаються періоди прогнозу відповідно до тривалості (наприклад, місяців) або дат.

- Якщо встановити для методу часу прогнозу значення Тривалість, прогноз починається з указаної дати початку. Періоди прогнозу визначаються в таблиці прогнозів відповідно до тривалості часу (за замовчуванням це місяці). Для кожного прогнозованого періоду можна вказати різні умови роботи.

- Встановлення методу часу прогнозу на Дата початку створює прогноз на вказаний проміжок часу (за замовчуванням це місяці). Прогнозні періоди потім визначаються в прогнозній таблиці відповідно до календарних дат.



Якщо вибрати «Тривалість» із спадного меню «Метод прогнозу часу», дата початку заповнюється автоматично. (За потреби цю дату можна змінити пізніше.)



Якщо вибрати «Дата початку» зі спадного меню «Метод часу прогнозу», введіть значення «Тривалість» (тобто загальна тривалість прогнозу).



Подальші відомості про кожен період прогнозу вводяться в таблицю варіантів прогнозу.

	Time			Control		Sandface Pressure	
	Step Type	Duration	# of Steps	Interpolation Method	Control Type	Initial	Final
		month				psi(a)	psi(a)
1	Arithmetic ▾	Required	Required	Step ▾	Pressure ▾	1626.85	

Кожен рядок таблиці вище представляє прогнозований період. Додатковий прогнозований період може бути доданий щоразу, коли відбувається робоча зміна (наприклад, тиск потоку зменшується, коли додається компресор). Щоб додати рядок, скористайтеся стрілкою вниз, коли курсор знаходиться в комірці останнього існуючого рядка.

Таблиця варіантів прогнозу має такі розділи:

- Час – визначає тривалість кожного прогнозованого періоду та кожного тимчасового кроку та має такі стовпці:

- Step Type (Тип кроку) – встановлює інтервал між кроками в часі та може бути встановлений як арифметичний або логарифмічний. Тип арифметичного кроку розподіляє кількість кроків у часі рівномірно за загальну тривалість періоду, тоді як тип логарифмічного кроку розподіляє кількість кроків у часі логарифмічно (тобто збільшення щільності біля початку прогнозу).
- Метод часу прогнозу (тривалість / дата початку) – встановлює тривалість періоду прогнозу. Якщо для параметра «Метод прогнозу часу» встановлено значення «Тривалість», у цьому стовпці відображається «Тривалість». Якщо для параметра «Метод прогнозу часу» встановлено значення «Дата початку», у цьому стовпці відображається дата початку.
- Кількість кроків – встановлює кількість кроків у прогнозованому періоді.

- Контроль – визначає, як змінюються умови роботи протягом прогнозованого періоду, і має такі стовпці:

- Інтерполяція – можна встановити значення «Крок» або «Рампа». «Крок» зберігає тип керування незмінним протягом прогнозованого періоду. «Рампа» змінює тип керування лінійно від початкового значення до кінцевого значення.

- Тип керування – визначає те, що використовується для розрахунку прогнозу. Для числової моделі прогноз можна виконати, використовуючи або тиск потоку, або одну зі швидкості, що аналізується.

- Тиск піщаної поверхні – якщо для Типу керування встановлено значення Тиск, цей стовпець відображається та використовується для встановлення тиску течії на прогнозований період. Якщо для параметра «Інтерполяція» встановлено значення «Крок», редагувати можна лише початкову клітинку тиску. Якщо інтерполяція встановлена на Ramp, початковий тиск і кінцевий тиск можна вибрати.

- <Fluid> Rate – якщо для типу керування встановлено значення <Fluid> Rate, цей стовпець відображається та використовується для встановлення норми для прогнозованого періоду. Якщо для параметра «Інтерполяція» встановлено значення «Крок», редагувати можна лише клітинку початкової швидкості. Якщо для інтерполяції встановлено значення Ramp, початкова швидкість і кінцева швидкість доступні для редагування.

Прогнозні обмеження

У розділі «Обмеження прогнозу» можна ввести умови максимальної швидкості та умови залишення для прогнозу. Серед доступних обмежень:

- p_{min} – мінімально допустимий тиск течії піску під час прогнозу.

Для того, щоб тиск потоку не опускався нижче цього значення, норми коригуються.

- $(qg)_{max}$ – встановлює максимальну витрату рідини під час прогнозу. Щоб підтримувати обмеження максимальної витрати рідини, регулюється тиск потоку.

- $(qg)_{ab}$ – встановлює швидкість рідини для прогнозу. Коли рівень залишення досягається, прогноз закінчується.

Результати прогнозу

У розділі «Результати прогнозу» підсумовуються результати прогнозу. Доступні результати залежать від типу аналізу та можуть включати наступне:

- EUR – очікуване остаточне відновлення.

Примітка. Для свердловин з історичними даними EUR визначається як кумулятив історичних даних до початку прогнозу, після чого синтетичний

кумулятив, розрахований на основі моделі, використовується до кінця прогнозу.

- RR – залишок відшкодування.
- RF – коефіцієнт відновлення.

Таблиці

Підвкладка відображає збіг історії (після використання функції синтезу або APE) і дані прогнозу (після заповнення всіх необхідних значень на вкладці «Прогноз») у табличному форматі.

Примітка: однофазна модель (газ + нерухома вода) є єдиною моделлю, яка відображає діаграму Blasingame на панелі приладів. Цей графік створено за допомогою газоаналітичної моделі з ідентичними вхідними параметрами. (Щоб створити графік Блейзінгейма для горизонтальної чисельної моделі багаторазового ГРП, Harmony використовує розширену газоаналітичну модель області ГРП. Щоб створити графік Блейзінгейма для вертикальної числової моделі, Harmony Enterprise використовує газоаналітичну вертикальну модель.)

Для отримання додаткової інформації дивіться таблиці.

Прогнозування за устьовим тиском

За замовчуванням у числових моделях для прогнозування використовується тиск піщаної поверхні. Коли для типу керування встановлено значення «Тиск», модель розраховує продуктивність на основі тиску течії на піщаній поверхні.

Однак ви також можете спрогнозувати продуктивність за тиском в гирлі свердловини. Якщо вибрано опцію Тиск потоку в гирлі свердловини, а для Типу керування встановлено значення Тиск, числові моделі розраховують продуктивність на основі тиску потоку в гирлі свердловини.

Примітка. Прогнозування гирла свердловини не було реалізовано для конфігурацій стовбура свердловини з параметром «Шлях потоку» на «Газліфт» або «Накачування».

Після того, як ви визначили стовбур свердловини в редакторі стовбура свердловини та створили дійсну числову модель, клацніть вкладку «Прогноз» і

переконайтеся, що у розкривному списку «Прогноз тиску потоку» вибрано «Устя свердловини».



Для типу керування:

- Якщо вибрано Тиск, введіть тиск потоку в гирлі свердловини.
- Якщо вибрано Швидкість, під час прогнозу розраховується тиск течії як на піщаній поверхні, так і на гирлі свердловини; однак на діаграмі результатів відображається лише тиск течії на піщаній поверхні. На вкладці «Таблиці» відображаються як піщаний шар (pwf)calc, так і тиск течії в гирлі свердловини (ptf)calc.

У більшості випадків числові моделі розраховують комбінацію ставок газу, нафти та/або води. Таким чином, тиск розраховується на основі багатофазних витрат.

Примітка: поєднання розрахунків багатофазного потоку як у стовбурі свердловини, так і в моделі призводить до значної невизначеності. Виконання прогнозу гирла свердловини двічі поспіль може генерувати різні результати через можливість кількох дійсних рішень.

Розширені параметри числової моделі

Розширені параметри числової моделі включають:

- Адсорбція
- Геомеханічні
- Переломлення
- Зміна шкіри
- Розріджені дані
- Регулювання сітки

Примітка. Автоматична оцінка параметрів (APE) працює так само, як і аналітичний аналіз. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте використання APE.

Адсорбційний варіант

Щоб включити ефект адсорбованого газу, установіть прапорець «Адсорбція» на панелі «Аналітична модель» або «Чисельна модель». Зауважте, що цей параметр не можна використовувати для моделей, які містять масло або конденсат.

Для отримання додаткової інформації дивіться ізотерму Ленгмюра.

Після вибору Adsorption у дереві вибору відображаються такі властивості:

- VLS, PLS – об'єм Ленгмюра та тиск Ленгмюра (для сланців).
- ρ_b – насипна маса (для сланцю).

Ви також можете вибрати Оголошення. сб. (корекція насичення адсорбції) в дереві вибору з такими властивостями:

- ρ_{ads} , S_{ads} – густина адсорбованої газової фази та насиченість адсорбованого газу.

Для отримання додаткової інформації дивіться поправку на адсорбцію сланцю.

Геомеханічний варіант

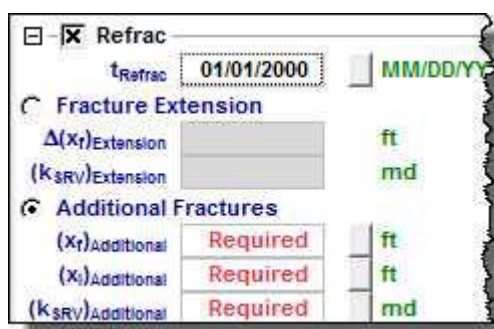
Щоб включити ефекти зміни стисливості та проникності пласта, пов'язані з пластовим тиском, установіть прапорець «Геомеханічні» на панелі «Аналітична модель» або «Чисельна модель».

Для отримання додаткової інформації дивіться геомеханічні моделі пластів.

Переломний варіант

Горизонтальні свердловини з кількома тріщинами іноді повторюють через кілька років видобутку. Це робиться для доступу до нових ділянок пласта, а отже, збільшення видобутку.

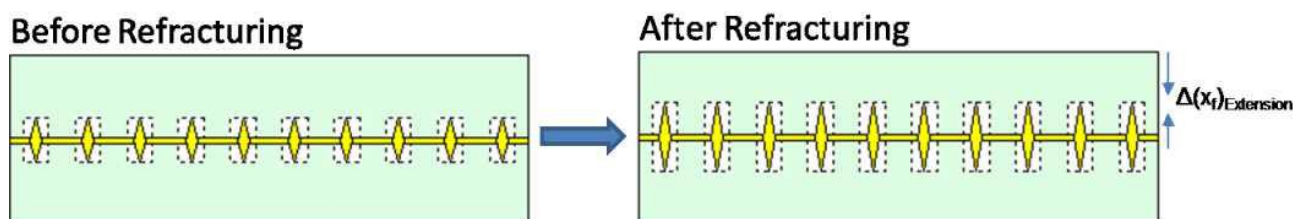
Щоб скористатися цією функцією, установіть прапорець Refrac на панелі «Числова модель» і встановіть дату повторного розриву (tRefrac)



Ви можете вибрати один із цих типів повторного розриву:

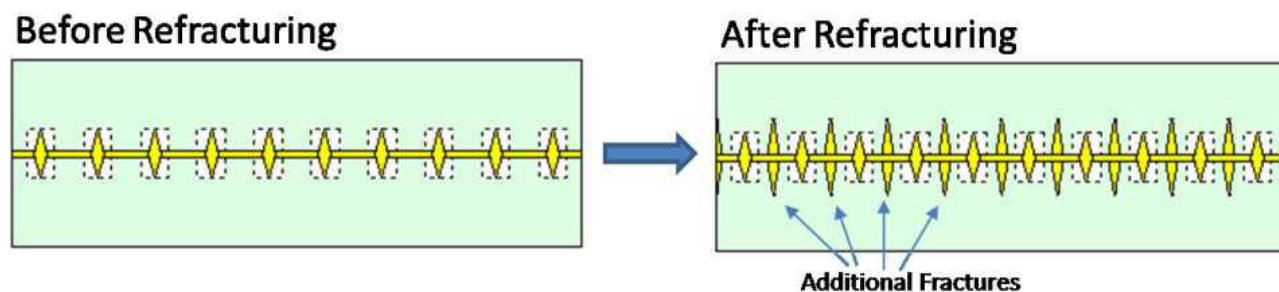
1. Розширення перелому – у цій моделі існуючі переломи розтягуються.

Схема розширення перелому



2. Додаткові переломи – у цій моделі нові переломи додаються посередині, між існуючими переломами.

Схема додаткових переломів



Переконайтеся, що встановлено необхідні параметри.

- Модель розширення перелому:

- $\Delta(x_f)$ Розширення – після повторного розриву півдовжина перелому стає набагато довшою.

- (k_{SRV}) Розширення – проникність стимульованої області навколо переломів після повторного розриву.

Зауважте, що після повторного перелому x-розмір стимульованої області залишається незмінним, а y-розмір збільшується таким чином, що він дорівнює новій довжині перелому.

- Додаткова модель переломів:

■ (xf)Additional – півдовжина перелому для додаткових переломів. ■ (XI)Додатковий – визначає x-розмір стимульованої області навколо додаткових переломів. ■ (kSRV)Additional – проникність стимульованої області навколо додаткових тріщин.

Зверніть увагу, що якщо стимульовані області навколо початкових тріщин перекриваються стимульованими областями навколо додаткових тріщин, проникність у зоні перекриття є максимумом kSRV і (kSRV)Addi-
ціональний.

Зміна опції шкіни


Щоб включити зміну оболонки стовбура свердловини в певні моменти часу, натисніть Змінити. Прапорець Skin на панелі Analytical Model або Numerical Model.

Додаткову інформацію див. у розділі шкіни, що залежить від часу.

Опція розріджених даних

При використанні розріджених даних чисельна модель використовує грубі часові кроки для обчислень, і кожен грубий часовий крок містить n точок.


Примітка. Ми рекомендуємо використовувати розріджені виробничі дані під час виконання автоматичної оцінки параметрів (APE).

Після введення значення для n у діалоговому вікні «Використовувати розріджені виробничі дані» (відкривається, коли ви клацаєте піктограму «Використовувати розріджені дані» () на панелі інструментів панелі «Числова модель»), на графіку історії відображається новий розріджений набір виробничих даних, який буде використовуватися для обчислень:

- Розріджені дані про витрату відображаються тонкими лініями (червоні для газу, зелені для нафти або конденсату, сині для води)

- Розріджений тиск потоку відображається тонкою коричневою лінією.

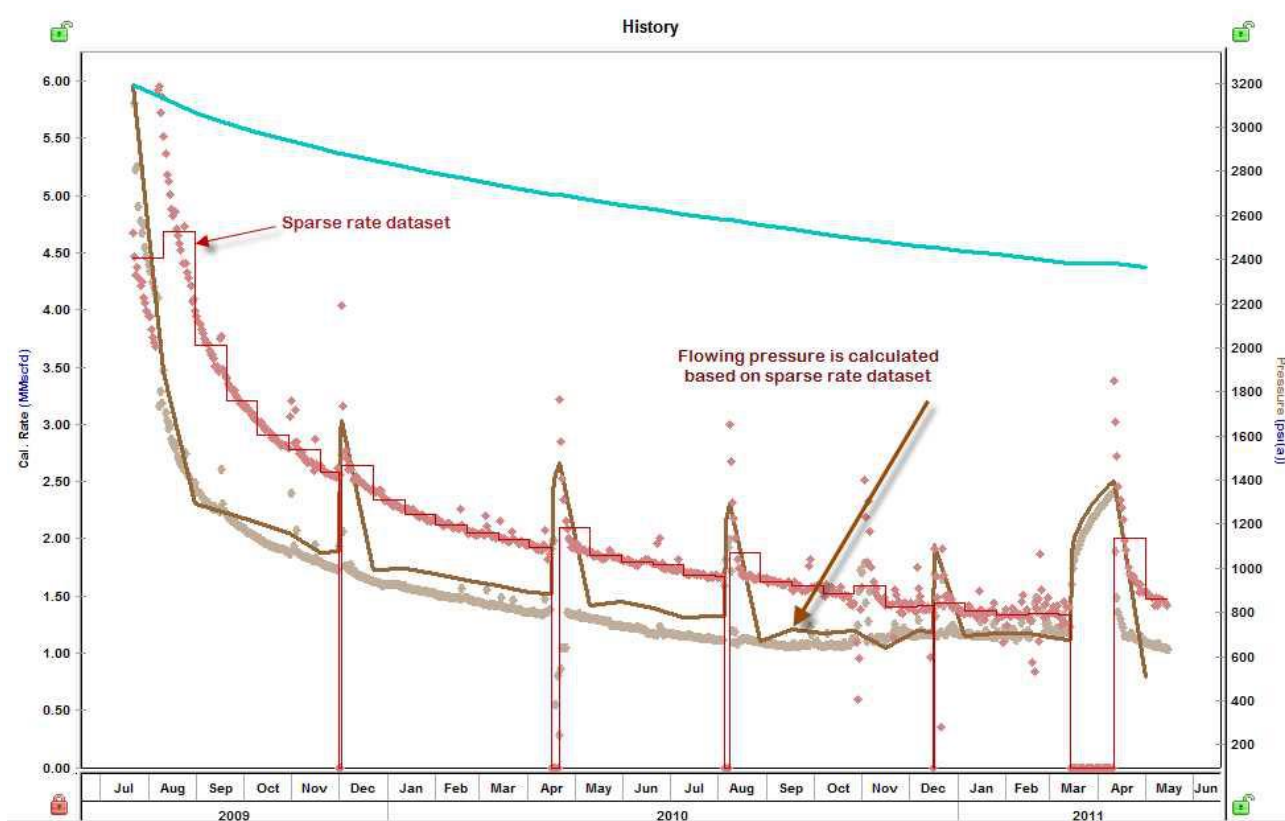
Щоб переконатися, що розріджений набір даних представляє фактичну історію виробництва, відкоригуйте значення для n, якщо потрібно.

Клацніть піктограму Синтезувати () , щоб запустити модель. Зауважте, що обчислені результати відповідають грубим часовим крокам.

Якщо ви запускаєте APE, кожен обчислення виконується з використанням грубих кроків у часі на основі вашого значення n .

Примітка. Під час запуску APE із використанням розріджених даних враховуються ваше зважування та вибір точки.

Хоча результати обчислень дещо менш точні, обчислення виконуються швидше. Після того, як APE знайде відповідність, використовуючи розріджені дані, ви можете запустити одне обчислення, використовуючи весь набір виробничих даних ($n = 1$), щоб переконатися, що відповідність все ще є хорошою.



Як обчислюються розріджені набори даних

Для режиму Use Rate: просадки поділено на грубі часові кроки. Приблизні часові кроки містять n точок, а швидкість для кожного часового кроку обчислюється як «загальний обсяг, вироблений за часовий крок» / "тривалість тимчасового кроку". Для нарощування використовуються всі виробничі дані.

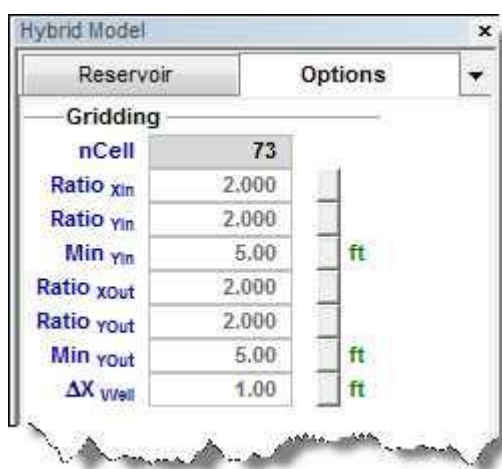
Для використання режиму тиску: спади поділено на грубі кроки в часі. Приблизні часові кроки містять n точок, і тиск для кожного часового кроку

обчислюється як «останній вимірний тиск часового кроку». Для нарощування використовуються всі виробничі дані.

Порада: Ви можете вибрати швидкість або тиск у розділі Метод розрахунку.

Налагодження сітки

Після того, як ви встановите розміри свого пласта та заканчування, Harmony Enterprise створює відповідну сітку для моделі, щоб отримати точні результати з мінімальним часом розрахунку. Параметри сітки за замовчуванням зазвичай добре працюють, але в деяких випадках ви можете налаштувати параметри сітки, натиснувши вкладку «Параметри» на панелі «Числова модель».

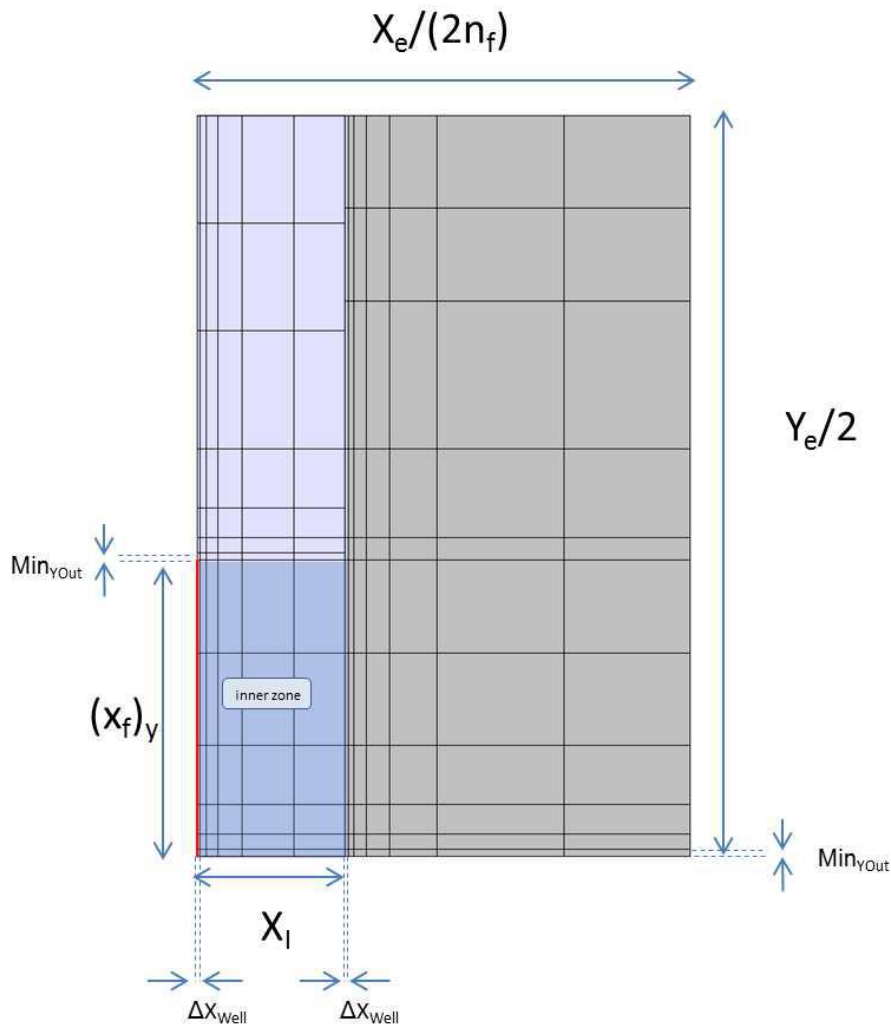


На малюнку нижче наведено схему сітки моделі для однієї чверті стадії руйнування.

- Внутрішня зона має геометричну сітку. Найменшою коміркою у внутрішній зоні є комірка, що містить стовбур свердловини. Його розміри визначаються ΔX_{Well} і $Min Y_{in}$. Геометричне співвідношення для розмірів x клітинок сітки встановлюється співвідношенням X_{in} , а геометричне співвідношення для розмірів y клітинок сітки встановлюється співвідношенням Y_{in} .

- Зовнішні зони мають геометричну сітку. Найменша комірка в зовнішніх зонах має розміри, визначені ΔX_{Well} і $Min Y_{Out}$. Геометричне співвідношення для розмірів x комірок сітки встановлюється $Ratio X_{Out}$, а геометричне співвідношення для розмірів y комірок сітки встановлюється $Ratio Y_{Out}$.

- Поле nCell відображає загальну кількість комірок сітки, використаних для моделювання однієї чверті стадії руйнування. Це число є важливим, оскільки воно безпосередньо впливає на час розрахунку моделі. Це поле заповнюється після виконання розрахунків моделі.



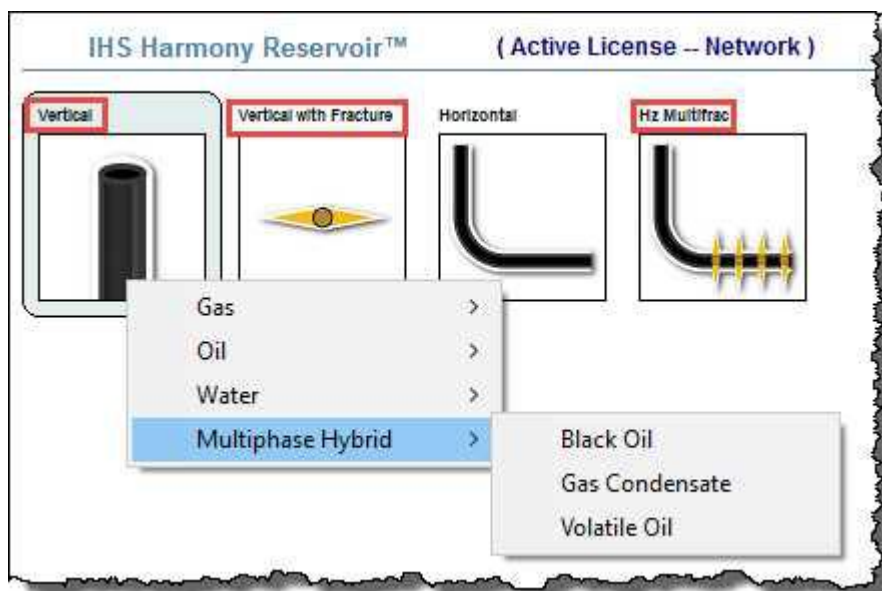
Імовірнісний аналіз

Імовірнісний аналіз працює шляхом багаторазового запуску чисельної моделі для створення діапазону прогнозів. Для кожного циклу значення для більшості параметрів беруться з базової числової моделі, а значення для параметрів, які є невизначеними, беруться з заданих розподілів. У результаті ви отримуєте діапазон прогнозів і розподіл значень очікуваного остаточного відновлення (EUR).

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією IHS Reservoir™.

Імовірнісний аналіз можна виконати на будь-якому числовому аналізі з дійсними параметрами та прогнозом.

Якщо значення деяких параметрів числової моделі є невизначеними, але ви маєте деяке уявлення про їх діапазон і розподіл, ви можете використати імовірнісний аналіз, щоб врахувати цю невизначеність.



Імовірнісний аналіз має три вкладки: Налаштування, Залежності та Результати.

Вкладка «Налаштування».

Ця вкладка містить параметри для імовірнісного аналізу та картки, де можна визначити розподіл для параметрів.

Щоб вказати, що значення параметра є невизначеним, клацніть значок «Додати параметри» (+) і виберіть параметр із розкривного списку. На цю вкладку додається картка розподілу, де ви можете визначити розподіл, який буде використовуватися для цього параметра.

Кількість прогонів

Імовірнісне моделювання може зайняти багато часу, особливо якщо кількість прогонів велика.

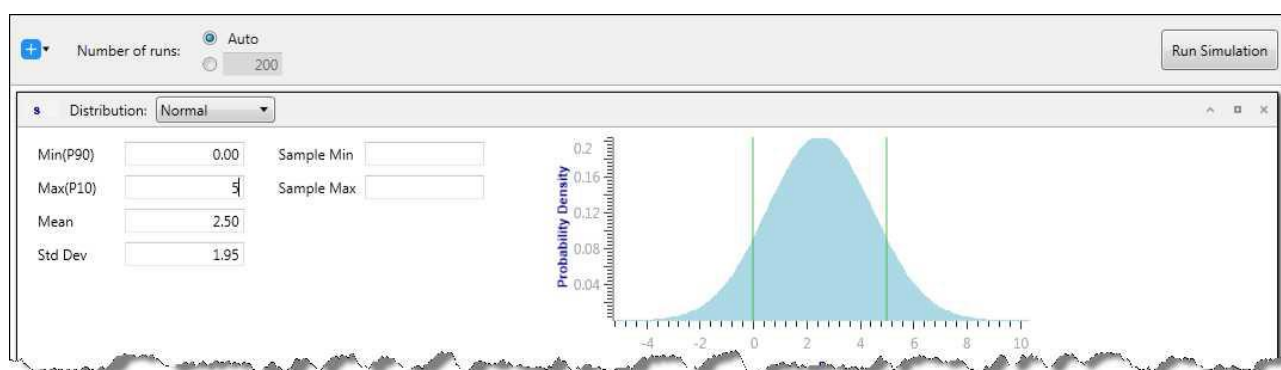
Ви можете встановити кількість прогонів числової моделі в симуляції таким чином:

- Авто – автоматично визначає, коли прогноз P50 збігається та більше не змінюється суттєво з додатковими прогонами. Ми рекомендуємо використовувати цей параметр, оскільки він може значно зменшити кількість прогонів, необхідних для досягнення гарного результату.

- Певний номер – запускає вказану вами кількість циклів.

Запустити симуляцію

Після того, як ви додасте та налаштуєте картки розподілу для всіх невизначених параметрів, натисніть кнопку «Запустити симуляцію», щоб розпочати симуляцію.



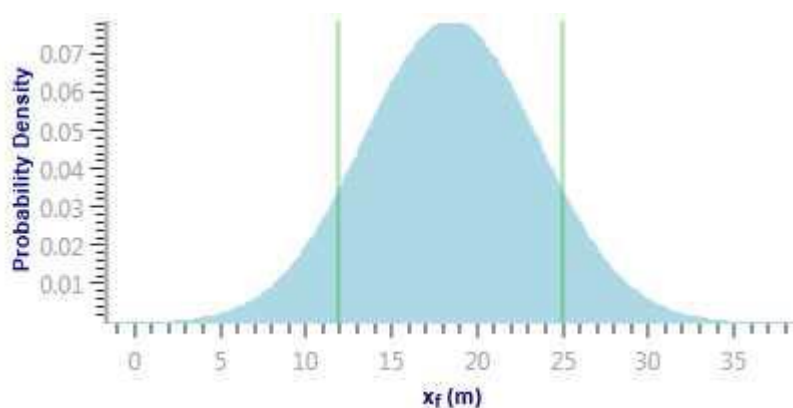
Картки розподілу

Після додавання карток розподілу для невизначених параметрів ви можете вибрати один із цих типів розподілу: звичайний, логарифмічний нормальний, трикутний або рівномірний. Для отримання додаткової інформації перегляньте наведені нижче описи та ймовірнісну теорію.

Для деяких параметрів ви можете вибрати автоматичне оцінювання параметрів (APE) зі спадного списку Розподіл. Для отримання додаткової інформації див. APE.

нормальний

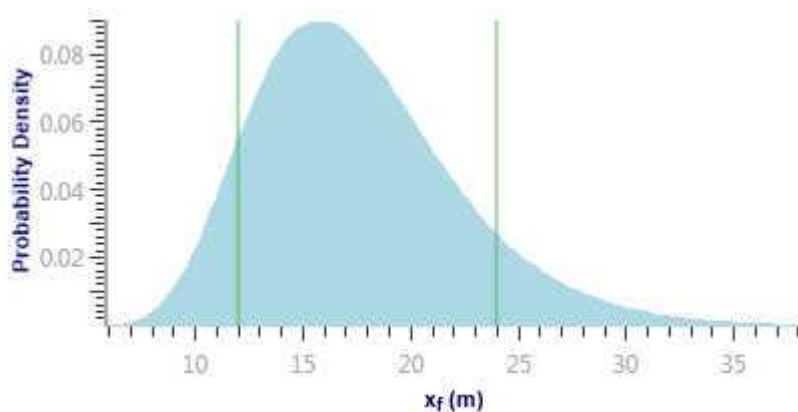
Вибравши Normal (Звичайний), ви можете застосувати нормальний розподіл до певного параметра, ввівши середнє значення та дисперсію або Min (P90) і Max (P10).



Крім того, ви можете ввести мінімальну вибірку та максимальну вибірку для нормального розподілу. У цьому випадку розподіл скорочується, а функція ймовірності коригується таким чином, що загальна ймовірність все ще дорівнює 100%. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте скорочені розподіли.

Log-Normal

Вибравши Log-Normal, ви можете застосувати логарифмічний нормальний розподіл до певного параметра, ввівши середнє значення та дисперсію або Min (P90) і Max (P10).

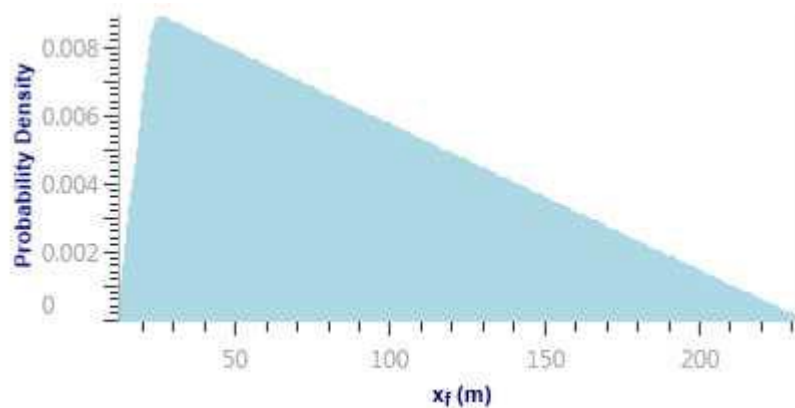


Крім того, ви можете ввести вибірку Min і Sample Max для логарифмічного нормального розподілу. У цьому випадку розподіл скорочується, а функція ймовірності коригується таким чином, що загальна ймовірність все ще дорівнює 100%. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте скорочені розподіли.

Трикутний

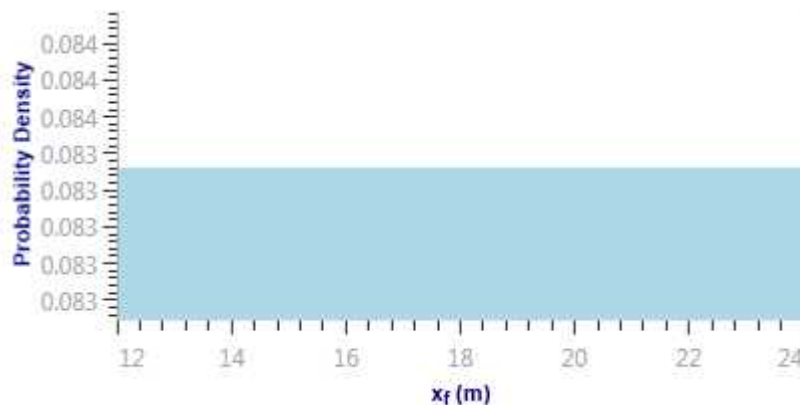
Вибравши Трикутний, ви можете застосувати трикутний розподіл до певного параметра, ввівши мінімум, режим і максимум. Мінімальне та

максимальне значення визначають ступінь, до якого щільність ймовірності дорівнює нулю. Режим визначає пік.



Уніформа

Вибравши «Рівномірний», ви можете застосувати рівномірний розподіл до певного параметра, ввівши мінімум і максимум.



ARE

У типовому сценарії ви запустите ймовірнісний аналіз для числової моделі, яка відповідає історичним даним. Однак після того, як ви зміните значення для невизначених параметрів на основі заданого розподілу, збіг історії, ймовірно, буде зіпсовано. Ви можете налаштувати деякі інші параметри, щоб відновити відповідність. Для цього встановіть розподіл для цих додаткових параметрів на ARE.

ARE ітеративно змінює значення параметра та намагається мінімізувати загальну похибку між виміряними даними та змодельованими значеннями. Коли модель використовує швидкість для обчислення тиску, вона мінімізує різницю між змодельованим і виміряним тиском. Коли модель використовує тиск для обчислення швидкості, вона мінімізує різницю між виміряною та

змодельованою первинною швидкістю рідини. Зведено до мінімуму лише первинне збіг швидкості рідини.

Для кожного ймовірнісного циклу найкращий збіг, який може знайти APE, використовується для створення прогнозу.

Немає фільтрації цих результатів на основі якості збігу, знайденого APE.

приклад:

Припустімо, що у вас є базова числова модель, яка відповідає історичним даним, і ця модель має $x_f = 120$ футів. Насправді ви не впевнені, чи значення x_f дійсно дорівнює 120 футів, але на основі доступної інформації ви можете з упевненістю припустити, що x_f коливається від 80 футів до 160 футів, і можете встановити для розподілу x_f значення Normal.

Для кожного циклу в рамках імовірнісного аналізу Harmony Enterprise вибирає значення для x_f на основі заданого розподілу. Проста зміна значення для x_f призводить до прогонів, які не відповідають історичним даним.

Щоб пом'якшити цю проблему, установіть розподіл для kSRV та/або kmatrix на APE. У цьому випадку для кожного запуску в рамках імовірнісного аналізу Harmony Enterprise вибирає x_f на основі заданого розподілу, а потім запускає APE на kSRV та/або kmatrix (зберігаючи значення x_f із заданого розподілу).

Використання APE для деяких параметрів моделі гарантує, що всі ймовірнісні прогони якнайточніше відповідають історичним даним. Однак важливо мати на увазі, що при використанні APE кожен імовірнісний прогін вимагає багатьох прогонів числової моделі; тому загальний час моделювання значно збільшується.

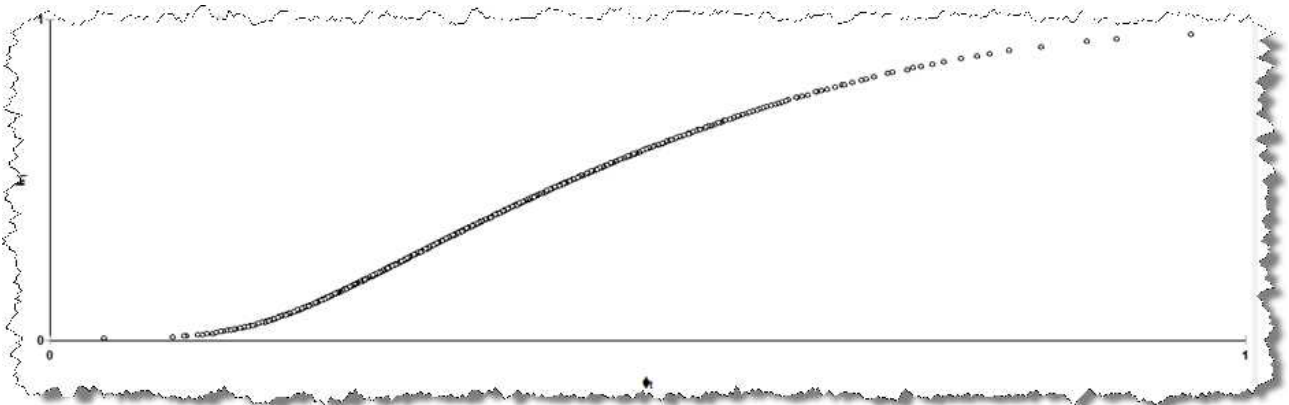
Під час запуску APE для певного параметра ви можете встановити визначені користувачем обмеження для нього, натиснувши кнопку «Переглянути значення за замовчуванням і обмеження» () праворуч від параметра в базовій моделі.

Вкладка залежностей

Після вибірки значень під час моделювання вони відображаються на цій вкладці, де можна ввести зв'язки між будь-якими невизначеними параметрами. Наприклад, якщо ви знаєте, що пористість і проникність у колекторі пропорційні, можна ввести коефіцієнт кореляції, щоб відобразити це співвідношення. Ці значення мають бути від -1 до 1 і повинні бути введені в поле, яке перетинає дві потрібні змінні.

Set Up		Dependencies	
	p_1	k_{inner}	ϕ_1
p_1	1		
k_{inner}		1	1.000
ϕ_1		1.000	1

Нижній графік відображає перехресний графік для змінних, які ви вибрали в таблиці вище.



Якщо ви встановили більше двох параметрів на вкладці «Налаштування», коефіцієнти кореляції між кожною парою параметрів не є незалежними. Після введення коефіцієнтів кореляції з'являється кнопка Виправити матрицю. Натисніть цю кнопку, щоб налаштувати введені вами коефіцієнти таким чином, щоб коефіцієнти для кожної пари стали узгодженими.

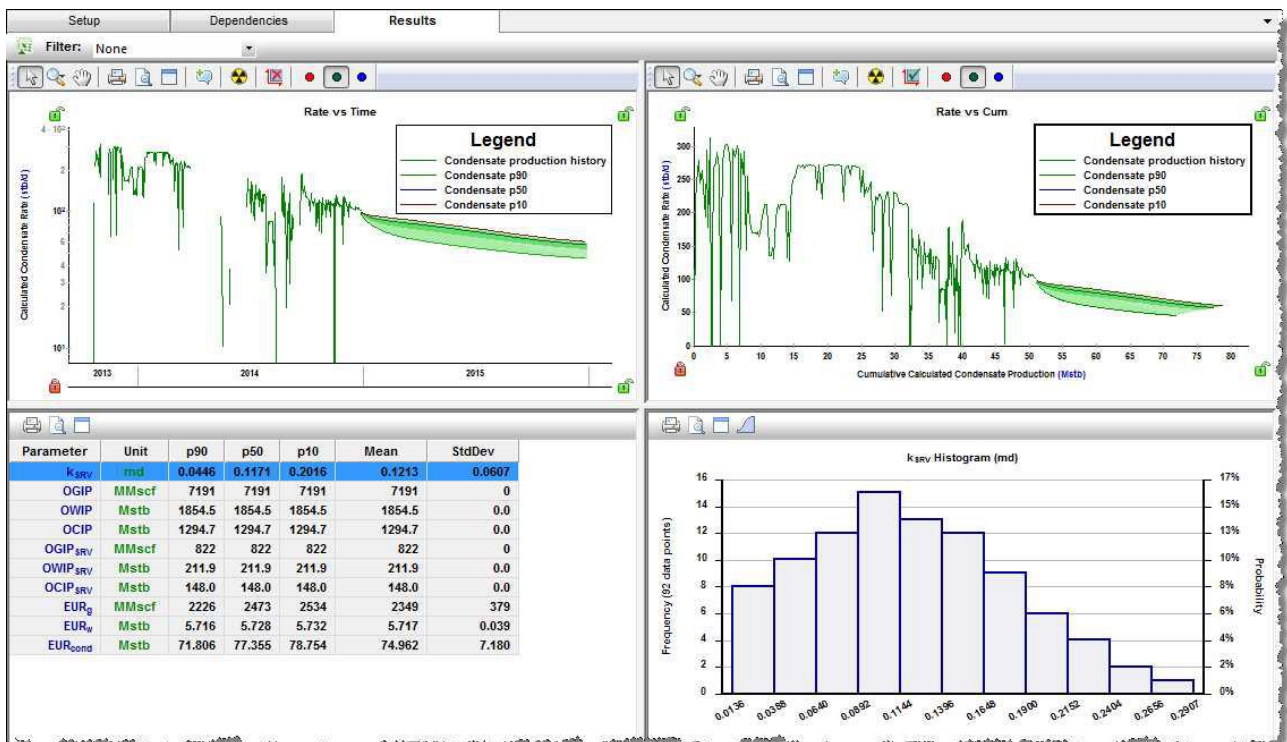
Set Up		Dependencies	
	x_f	k_{matrix}	c_f
x_f	1	1.000	
k_{matrix}	1.000	1	0.200
c_f		0.200	1

Before


Set Up		Dependencies	
After			
	X_f	k_{matrix}	C_f
X_f	1	0.980	0.002
k_{matrix}	0.980	1	0.197
C_f	0.002	0.197	1


Вкладка Результати

На цій вкладці відображається інформаційна панель.



Після завершення симуляції ви можете експортувати дані в Excel, натиснувши кнопку Експорт

Значок даних ().

Щоб взяти різноманітні параметри з першого імовірнісного прогону та заповнити їх у базовій моделі на панелі «Числова модель», клацніть піктограму .

Порада: якщо ви бачите попередження про те, що «Вихідна модель змінена», вам, можливо, доведеться повторно запустити симуляцію на вкладці «Налаштування» або базову числову модель, щоб очистити попередження. Базова модель може застаріти, якщо автоматичне обчислення знято (див. AutoCalc), і ви внесете зміни до параметрів (тобто результати застаріють).

Фільтр – ви можете відфільтрувати випадки/прогони, які використовуються для визначення P90, P50 і P10 на основі межі для середньої помилки (Eavg) кожного прогону.


У кожному циклі моделі визначається середня помилка (Eavg): вона обчислюється, як описано в теорії автоматичного оцінювання параметрів.

Середня помилка представляє якість збігу. Коли ви переглядаєте варіанти прогонів моделі, корисно мати можливість виключити будь-які прогони, які дають «поганий» збіг. Для цього натисніть кнопку




Розкритий список «Фільтр» над графіком «Швидкість–час» і виберіть «Додати фільтр». Введіть значення граничної помилки (від 0 до 1). Усі прогони з Eavg вище введеного значення виключаються під час обчислення імовірнісних результатів (P90, P50 та P10). Або ви можете залишити для фільтра значення «Немає». У цьому випадку Eavg, що використовується для порогового значення, розраховується як 1,5-кратне середнє значення всіх Eavg з імовірнісних циклів.

Порада: будь-які введені вами порогові показники Eavg зберігаються протягом поточного сеансу, але не зберігаються в базі даних.



За замовчуванням ці види відображаються з верхнього лівого кута до нижнього правого:

- Оцінка порівняно з часом – відображаються ваші історичні дані, діапазон створених прогнозів (відображаються заштрихованими областями), прогнози P90, P50 і P10 (див. обчислення процентиля). Дані відображаються зі швидкістю на осі Y і часом на осі X. Для багатофазних випадків ви можете перемикатися між доступними рідинами, натиснувши один із значків Show Fluid (.

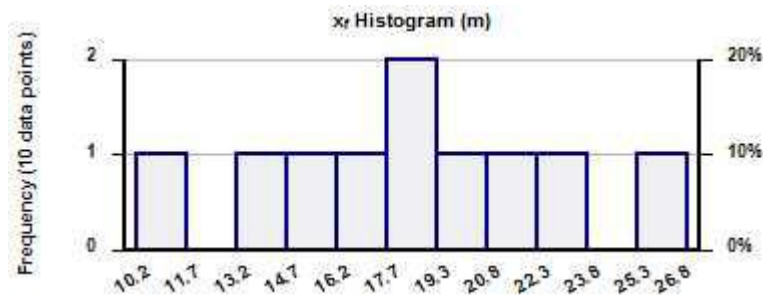
- Оцінка проти сукупного – відображаються ваші історичні дані, а також діапазон створених прогнозів (відображаються заштрихованими областями), прогнози P90, P50 і P10 (див. обчислення процентиля). Дані відображаються зі швидкістю на осі y та сукупним видобутком на осі x. Для багатофазних

випадків ви можете перемикатися між доступними рідинами, натиснувши один із значків Show Fluid (  ).

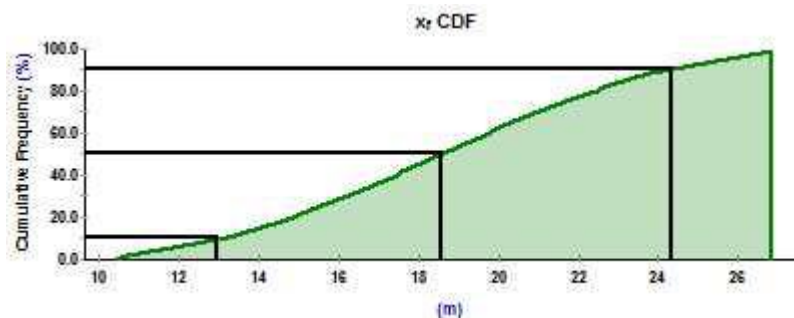
- Зведена таблиця – ваші параметри відображаються у зведеній таблиці.

- Графік розподілу параметрів – коли ви вибираєте параметр у підсумковій таблиці, нижній правий графік відображає розподіл ймовірностей для вибраного параметра. Розподіл можна відобразити у вигляді гістограми або кумулятивної функції розподілу (CDF). Перемикайте піктограму перемикання графіків ( / ), щоб перемикатися між цими двома графіками.

■ Гістограма – це графічне представлення розподілу даних. Це оцінка розподілу ймовірностей змінної. Набір даних розбивається на відрізки (діапазони) на осі абсцис, а на осі у відкладається частота, з якою дані потрапляють у кожен відсік. Одночасно на гістограмі можна відобразити лише одну змінну результату.



■ CDF обчислює ймовірність того, що випадкова змінна із заданим розподілом ймовірностей буде знайдена зі значенням, меншим або рівним "x". Лише одна змінна результату може бути нанесена на графік CDF одночасно. Чорні горизонтальні лінії, що починаються на кумулятивних частотах 10%, 50% і 90%, перетинають криву CDF, а потім вирівнюються зі значеннями P90, P50 і P10 цього набору даних відповідно.

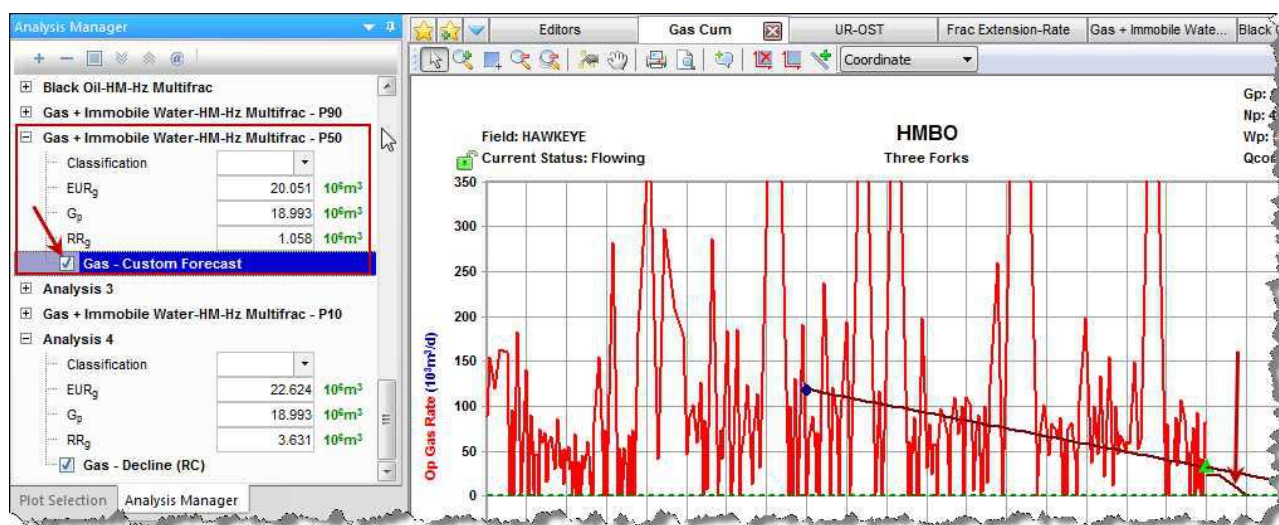


Відображення результатів

Після завершення ймовірнісного моделювання Harmony Enterprise створює прогнози P10, P50 і P90 на основі всіх успішних прогонів у рамках ймовірнісного моделювання. Для цих прогнозів розраховуються залишкові видобуті обсяги (RR) і обсяги EUR. Для отримання додаткової інформації про обчислення дивіться обчислення процентилів.

У деяких випадках прогнози P10, P50 і P90 (також звані процентильними прогнозами) можна розглядати як окремі аналізи в Harmony Enterprise. Наприклад, ви можете:

- Переглядайте процентильні прогнози в диспетчері аналізу. Ви можете увімкнути або вимкнути ці прогнози, натиснувши відповідні прапорці в ієрархічній структурі.
- Відображення процентильних прогнозів на графіках спаду. Увімкнення процентильного прогнозу в диспетчері аналізу відображає прогноз на графіку зниження.



- Підберіть аналіз зниження відповідно до процентильного прогнозу. На панелі інструментів «Параметри аналізу» ви можете клацнути піктограму «Припасувати зниження до прогнозу та вибраних точок видобутку» (📌), щоб підігнати аналіз зниження до вашого процентильного прогнозу.

- Відображення RR і EUR для процентильних прогнозів у засобі перегляду результатів.

		Summary Parameters		
		Gas		
Display Name	Analysis Name	EUR _g	RR _g	
		MMscf	MMscf	
1	HMBO	Hybrid Model	391	4
2	HMBO	Hybrid Model - P10	428	41
3	HMBO	Hybrid Model - P50	408	21
4	HMBO	Hybrid Model - P90	391	4

Розрахунок процентиля для вхідних параметрів, прогнозів і EUR

Після виконання ймовірнісного аналізу та завершення всіх циклів Harmony Enterprise генерує процентилі (P10, P50, P90) для вхідних параметрів, процентильних прогнозів і процентильних обсягів очікуваного остаточного відновлення (EUR). Детальна інформація про ці розрахунки наведена нижче.

Процентиль (P10, P50 і P90) вхідних параметрів і OFIP

Вхідні параметри та початкові значення рідини на місці (OFIP) обчислюються за допомогою таких кроків:

1. Розгляньте всі успішні прогони, згенеровані ймовірнісним аналізом.
2. Обчисліть P10 для певного вхідного параметра як процентиль P10 значень цього параметра для всіх успішних прогонів. (Зробіть те ж саме для значень P50 і P90.)
3. Обчисліть P10-OFIP як процентиль P10 значень для OFIP для всіх успішних прогонів. (Зробіть те саме для P50 і P90 OFIP.)

Прогнози в процентилях (P10, P50 і P90).

Ці прогнози розраховуються за допомогою таких кроків:

1. Розгляньте всі успішні прогони, згенеровані ймовірнісним аналізом.
2. На кожному кроці часу обчислюйте показник P10 як процентиль P10 показників на цьому кроці часу для всіх успішних прогонів. (Зробіть те саме для ставок P50 і P90.)
3. Обчисліть прогноз P10, об'єднавши всі показники, обчислені на кроці 2. (Зробіть те саме для прогнозів P50 і P90). Примітка: Процентильні прогнози не відповідають жодному з прогонів, згенерованих ймовірнісним аналізом. Таким

чином, немає жодної комбінації вхідних параметрів, яка призведе до прогнозу, що дорівнює процентилю прогнозу.

Процентиль (P10, P50 і P90) євро

Євро розраховується за допомогою таких кроків:

1. Обчисліть залишкові відновлювані обсяги (RR) P10, P50 і P90 шляхом підсумовування видобутку на основі прогнозів P10, P50 і P90.

2. Обчисліть P10, P50 і P90 євро як:

- P10 EUR = історичний сукупний обсяг виробництва + P10 RR
- P50 EUR = історичний сукупний обсяг виробництва + P50 RR
- P90 EUR = Історичний кумулятивний обсяг виробництва + P90 RR

Примітка: розрахунок P10 EUR, наведений вище, не є таким самим, як розгляд значень EUR для всіх успішних циклів, згенерованих імовірнісним аналізом, і обчислення процентиля P10 серед них. (Це також вірно для P50 і P90 EUR.)

Поради: прискорення ймовірнісного аналізу

При ймовірнісному аналізі чисельна модель виконується кілька разів; отже, моделювання може зайняти значний час. Нижче наведено кілька порад, які допоможуть пришвидшити ймовірнісний аналіз.

Базова числова модель

Перед налаштуванням і запуском імовірнісного аналізу переконайтеся, що базова числова модель знаходиться в хорошому стані:

- Базова модель має досить добре відповідати історичним даним, а час моделювання для базової моделі не має бути надто довгим.

- Якщо ви плануєте використовувати автоматичне оцінювання параметрів (APE) у ймовірнісному аналізі, спочатку перевірте APE на тих самих параметрах для базової моделі. Переконайтеся, що ви знімаєте вибір із викидів, і за потреби встановлюєте обмеження, визначені користувачем, для цих параметрів.

- Розгляньте варіант використання розріджених даних для прискорення базової моделі. Якщо цей параметр збільшує швидкість і зберігає прийнятну

точність для базової числової моделі, ви також можете використовувати його для імовірнісного аналізу.

- Спробуйте налаштувати сітку, щоб пришвидшити базову модель. Якщо цей параметр збільшує швидкість і зберігає прийнятну точність для базової числової моделі, ви також можете використовувати його для імовірнісного аналізу.

APE

Якщо для деяких із невизначених параметрів встановлено значення APE, імовірнісний аналіз потребує більшої кількості прогонів числової моделі, а тому займає більше часу. У багатьох випадках потрібно мати принаймні деякі з параметрів моделі, змінені APE, щоб досягти відповідності історії для кожного ймовірнісного циклу. Однак ми рекомендуємо вам звести кількість таких параметрів до мінімуму (один або два).

Зміни, що впливають на властивості

Через те, як числова модель використовує властивості, обчислення можуть потребувати додаткового часу, коли властивості змінюються. Тому ми рекомендуємо не включати наступні параметри до списку невизначених параметрів:

- p_I (початковий пластовий тиск)
- γ (модуль проникності в групі Геомеханічні)
- Насичення рідиною
- c_f (стисливість пласта)
- ϕ_t (пористість)
- h (чиста зарплата)

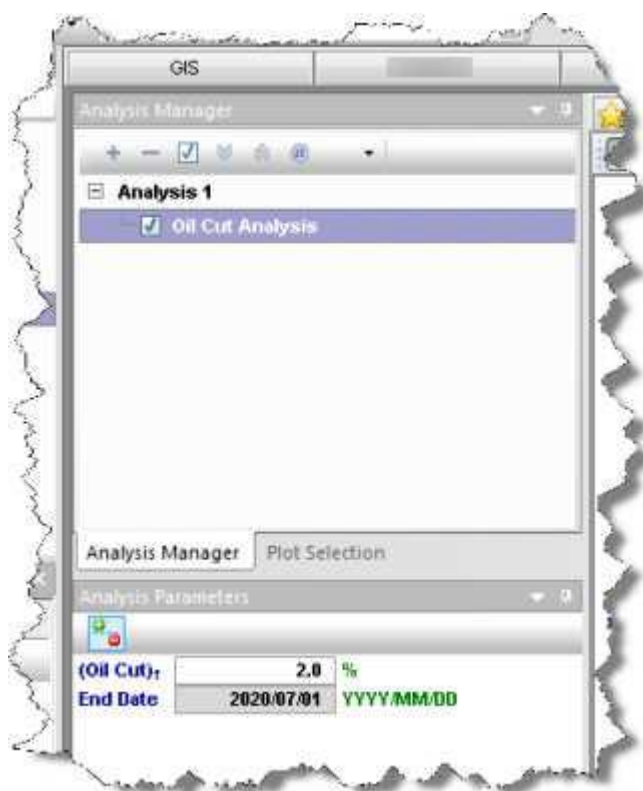
Лабораторна робота 4. Моделювання виходу нафти зі свердловини

Аналіз виносу нафти є емпіричним методом визначення трендів видобутку води та нафти. Коли додається аналіз нафтопродуктів, він ініціалізується з використанням найкращого підходу. Оскільки час лежить на осі x, EUR не визначається.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Панель параметрів аналізу

Аналіз вмісту нафти можна додати/відобразити на відкритому робочому аркуші, коли час відкладено на осі X, а вміст нафти – на осі Y. Після додавання аналізу вмісту нафти (див. розділ «Аналіз об'єкта») детальні параметри вибраного аналізу відображаються на панелі «Параметри аналізу».



На цій панелі ви можете вказати/переглянути такі параметри:

- (Oil Cut)_f – остаточний/залишений розріз. Ініціалізується як 100-WC зі значення WC, визначеного в діалоговому вікні «Параметри» (у вузлі «Співвідношення води і нафти»). Значення має бути в діапазоні (0, 100).
- Кінцева дата – відповідна дата значенню відмови від видобутку нафти.

Панель інструментів параметрів аналізу

На панелі інструментів параметрів аналізу є такий значок:




Показати / приховати лінію результатів – показує (налаштування за замовчуванням) або приховує пунктирну зелену лінію на графіку, яка представляє відмову від аналізу нафтового вмісту. Він ініціалізується з налаштувань, визначених у діалоговому вікні «Параметри» у вузлі «Співвідношення води і нафти».

Маніпуляція лініями

Маніпуляції лініями ініціюються клацанням і перетягуванням:

- Лінія – змінює нахил лінії тренду щодо точки маніпулювання.

● Точка маніпуляції () – переводить лінію вертикально або горизонтально зі збереженням нахилу.

Налаштування лінії аналізу

Ви можете налаштувати ширину та колір лінії аналізу, клацнувши правою кнопкою миші та вибравши Налаштувати лінію.



Ваші зміни зберігаються та застосовуються до кожного аркуша, на якому відображається цей аналіз.








Масло IPR / TPC

Аналіз IPR / TPC нафти надає варіанти для розрахунку та відображення співвідношення максимального дебіту нафти та ефективності притоку (IPR) для нафтової свердловини. Він також надає можливість створювати криві продуктивності НКТ (TPC), які можна використовувати для визначення очікуваної робочої точки (перетину кривих IPR і TPC) певної комбінації колектор/ствол свердловини. Перетин кривої IPR з TPC означає робочу точку

конкретної комбінації свердловини/колектора. Для довідкового матеріалу див. Oil IPR / TPC theory.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Optimize™.

Цей аналіз має такі піктограми на панелях «Приплив» і «Відтік».

-  Видалити – видаляє поточний вибраний приплив, відтік, градієнт або прогноз.
-  Копіювати – створює дублікат поточного вибраного притоку, відтоку, градієнта або прогнозу. До імені додається слово «Копія».
-  /  Показати / Приховати – перемикає між показом або приховуванням притоку, відтоку, градієнта або прогнозу.
-  /  Згорнути / Розгорнути – закриває / відкриває деталі для притоку, відтоку, градієнта або прогнозу. Якщо ви бачите червоний трикутник () у верхньому лівому куті згорнутого аналізу, вам потрібно дослідити необхідні параметри.

Припливна панель

Вхідна панель ліворуч містить такі елементи:

- Приплив – натисніть кнопку «Додати приплив», щоб створити приплив, який вимірюється на піщаній поверхні.
- Фогеля – рівняння Фогеля є загальноприйнятим методом визначення IPR продуктивності пласта. Розрахунок використовує вашу інформацію для визначення IPR свердловини на піщаній поверхні. Цей зв'язок між тиском і дебітом можна використовувати для візуального визначення бажаного робочого тиску або його можна поєднати з TPC для порівняння сценаріїв роботи свердловини
- Спеціальна таблиця – використовується для тестування точок у табличній формі для створення кривої IPR пласта без обмеження однією моделлю. Цей потік наразі підтримує криві на основі Фогеля або Фетковича, а також чисту лінійну інтерполяцію вхідних точок.

- Розкривний список конфігурації – виберіть конфігурацію стовбура свердловини або оптимізуйте конфігурацію, яку ви бажаєте використати під час переходу від тиску у гирлі свердловини до тиску на піщаній поверхні. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте оптимізацію конфігурацій.

Примітка. Тиск точки кипіння автоматично імпортується з редактора властивостей.

Сюжет

Ділянка в центрі вікна має такі елементи:

- Діаграма – діаграма відображається після введення всіх необхідних параметрів. Перетини на графіку відповідають точкам у таблиці робочих точок.

Осі працюють так само, як економіка. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте значки осі Y і піктограми осі X. Щоб відновити масштаб графіка до початкових налаштувань, двічі клацніть його.

- Прапорець Auto-scale to fit all (Автомасштабувати, щоб відповідати всім) – підганяє графік до максимальної видимої області екрана.

- Прапорець «Показати чутливість» – відображає чутливі/перехідні притоки на графіку світло-блакитною лінією, а також притоки в таблиці ключових індикаторів ефективності нижче.

- Прапорець «Показати всі криві клапана» – відображає відтік для кожної глибини клапана, введеної в конфігурації оптимізації (застосовується лише до відтоку зі штучним підйомом). Якщо цей параметр знято, найбільша глибина клапана, яка обчислює дійсну робочу точку, використовується для відображення кривої відтоку.

- Вкладка «Робочі точки» – відображає таблицю з робочими точками (приплив через ТРС) для базової лінії та чутливості A, B і C.

- Вкладка «Порівняння припливів» – відображає графік усіх припливів.

Відливне вікно

Панель «Вихід» праворуч містить такі елементи:

- З'єднати всі зі спадним списком – зіставляє всі ТРС з одним входом.

- Outflow – натисніть кнопку Add Outflow, щоб створити ТРС. Введіть значення або виберіть із розкритих списків для полів білого кольору. Сірі поля призначені лише для читання. Зауважте, що всі ТРС вимагають материнського припливу та стовбура свердловини. За замовчуванням ТРС з'єднується з активним припливом.

- Розкритий список конфігурації – за умовчанням вибрано останню конфігурацію. Якщо навколо розкритого списку «Конфігурація» є червона рамка, потрібно внести виправлення в редакторі стовбура свердловини.

- Посилання «Додати/Редагувати» – відкриває спливаюче вікно «Редактор свердловини», де можна створювати, видаляти та редагувати конфігурації Optimize, не залишаючи робочого аркуша.

- Поле FR гирла свердловини – введіть тиск потоку гирла свердловини.

- Розділ «Коефіцієнти рідини» – виберіть зі спадного списку, щоб ви могли вводити значення своїх коефіцієнтів.

- Ефективність сепаратора – доступно лише тоді, коли вибрана конфігурація оптимізації має шлях потоку, встановлений як Накачування. Цей вхідний сигнал контролює відсоток вільного газу, знайденого в умовах входу насоса, який викидається вгору затрубного простору свердловини. Цей виділений газ не враховується в розрахунках кривої відтоку.

- Газліфтні входи – доступні лише тоді, коли у вибраній конфігурації шлях потоку встановлено на Газліфт – трубчастий або Газліфт – кільцевий.

- Коефіцієнти рідини в пласті – перетворено з розділу «Коефіцієнти рідини» для газліфтних витоків. Ці вхідні дані вказують на коефіцієнти продуктивної рідини, за винятком об'ємів газліфтної інжекції.

- Injection Pressure (Тиск упорскування) – введіть тиск на стороні впорскування. Це в протилежному напрямку потоку.

- Швидкість впорскування газу – введіть заплановану швидкість впорскування газу.

- Вага впорснутого газу – відображає питому вагу впорснутого газу.

Щоб змінити це значення, перейдіть до Редактори, Властивості, Газліфт.

- Розділ калькулятора дроселя – для швидкого розрахунку критичних (звукових) умов потоку через заданий діаметр дроселя. Ви можете запуснути широкий спектр чутливості до тиску, температури та властивостей рідини.

Для отримання додаткової інформації про межі кореляції дроселя багатофазного потоку дивіться посилання.

Для певного набору умов ТРС – це графік залежності тиску на поверхні піску від швидкості потоку. Ця крива не змінюється протягом терміну експлуатації свердловини. Це зовсім не залежить від продуктивності пласта; це залежить лише від співвідношення газ-рідина, конфігурації труби (глибина, діаметр), гирлового тиску тощо.

дроселі

Калькулятор дроселя – це простий і ефективний інструмент для розрахунку звукових характеристик потоку вашої свердловини як для однофазного газу, так і для багатофазних рідин. Калькулятор можна використовувати для визначення тиску перед або після дроселя. Його також можна використовувати для визначення падіння температури на дроселі за допомогою кореляції охолодження Джоуля-Томсона. Швидкість звукового газу відображається в нижній частині калькулятора дроселя.

Примітка. Калькулятор дроселя наразі не впливає на розрахунки ТРС.

Калькулятор дроселів підтримує такі співвідношення:

- Ashford-Pierce (багатофазний аналітичний)
- Achong, Waxendell, Gilbert, Ros (багатофазний емпіричний)

Таблиця операційних точок

Таблиця робочих точок у нижній частині вікна містить такі елементи:

- Вкладка «Базовий рівень» – базові ключові показники ефективності (КРІ) відображаються над ТРС.

- Вкладка – ключові показники ефективності майбутнього надходження, сенсibilізовані на букву «А», відображаються над ТРС.

- Вкладка В – ваші сенсibilізовані КРІ "В"/майбутнього надходження відображаються в ТРС.

- Вкладка С – ваші ключові показники ефективності, чутливі до "С"/майбутнього надходження, відображаються в ТРС.

Порада: Ви можете переглянути свою чутливість, якщо вгорі вікна встановлено прапорець Показати чутливість.

Зауважте, що ви можете переглядати рівень H₂S для кожної з робочих точок за наступних умов: H₂S% на вкладці «Редактори» має бути більшим за 0%, а значення ТРС нафти повинні мати відмінне від нуля співвідношення газ-нафту. Якщо ви введете значення GOR на панелі Outflow, швидкість H₂S відображається як функція швидкості робочої точки. Якщо два ТРС з'єднані з одним входом, обидва ТРС є ідентичними, за винятком GOR, який не використовується для одного з ТРС. Хоча стовпець H₂S відображається в таблиці робочих точок, лише один із рядків має розраховану швидкість H₂S.

Приплив Фогеля

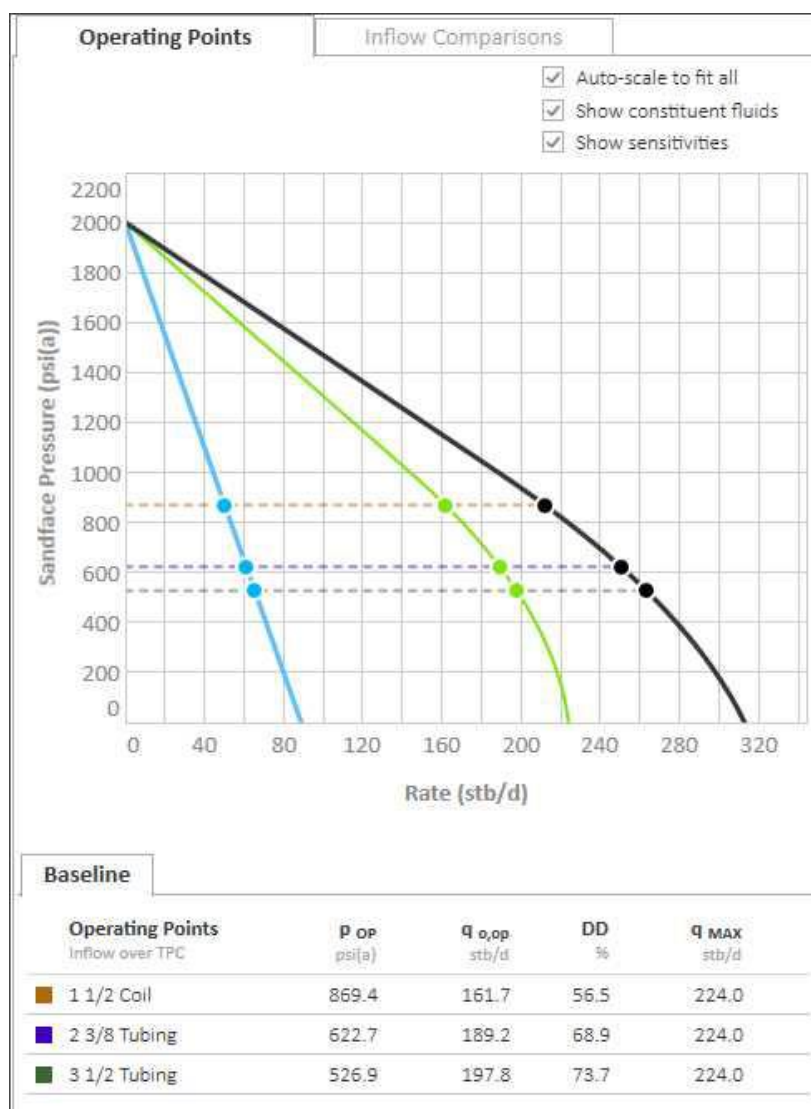
Використовуючи приплив Фогеля, ви можете оцінити співвідношення ефективності притоку свердловини (IPR), ввівши:

- Пластовий тиск
- Дані випробувань (виміряна швидкість при заданому тиску піщаного шару) Примітка. Також потрібен тиск точки кипіння масла, який потрібно ввести в редакторі властивостей.

Рідкий композит

За бажанням ви можете вибрати метод Liquid Composite. Після введення витрати води (або коефіцієнта) IPR перераховується у вигляді трьох кривих:

- Нафтова крива
- Крива води
- Крива загальної рідини (нафта + вода).



Крім того, будь-яка ТРС перетворюється на горизонтальну лінію постійного тиску піску. Цей тиск на пісок дорівнює тиску робочої точки. Отже, на графіку відображаються робочі норми для води, масла та загальної рідини.

Майбутні надходження

За бажанням можна ввести до трьох додаткових тисків у резервуарі. Таким чином, індекс продуктивності з базової лінії IPR використовується разом із введеним пластовим тиском для розрахунку майбутнього IPR.

Індивідуальний приплив столу (масло)

За допомогою спеціальної таблиці нафти введіть тиск у резервуарі або вставте його з Excel, а потім виберіть тип відповідності:

- Фогель – це широко прийнята кореляція притоку для нафтових свердловин вище та нижче тиску кипіння. Для створення кривої припливу потрібна принаймні одна точка введення в настроюваній таблиці.

- Фетковича – широко використовувана кореляція притоку для нафтових свердловин. Для створення кривої припливу потрібні щонайменше дві точки в настроюваній таблиці.

- Лінійний – прямолінійна інтерполяція між тестовими точками. Для створення кривої притоку потрібна щонайменше одна точка введення в спеціальну таблицю. На відміну від інших типів відповідності, він не екстраполюється на абсолютний відкритий потік (AOF).

Спеціальна таблиця використовує ваші вхідні тестові точки, що складаються зі стабілізованого обсягу видобутку та тиску потоку на піщаній поверхні, а потім будує графік співвідношення ефективності притоку (IPR). Після введення контрольних точок їх можна вибрати або скасувати вибір у стовпці «Графік». Якщо прапорець «Діаграма» знято, ця точка виключається з обчислень припливу та не відображається на діаграмі.

Якщо у користувацькій таблиці виникла помилка, відобразиться індикатор помилки разом із підказкою.

Приклади повідомлень про помилки:

- $q \leq 0$ – продуктивність має бути більше нуля.
- $>p_R$ – тиск на поверхні піску має бути меншим за пластовий.
- $<p_{atm}$ – тиск піску має бути вищим за середній атмосферний тиск (14,7 psia або 101,3 kPa).

- Дупл. – якщо існують дві точки даних, які використовують однаковий дебіт нафти, тоді спеціальна таблиця використовує лише точку з вищим тиском піску для розрахунків притоку, доки ця вища точка не викликає жодних інших повідомлень про помилку.

Майбутні припливи: ви можете екстраполювати свою криву продуктивності пласта на майбутнє. На основі вашої спеціальної таблиці кривої притоку ви можете генерувати чутливість ваших робочих точок до змінних тисків у пласті (недоступно для типу лінійної підгонки).

Імпортовані ПІВ (з Advanced Forecast)

З Advanced Forecast ви можете надіслати IPR на аркуш IPR / TPC.

Після того, як криву надсилають із робочого аркуша Advanced Forecast, вона стає доступною лише для аналізу на робочому аркуші IPR / TPC. Немає синхронізації між імпортованим прогнозом і вихідним розширеним аналізом прогнозу.

Tubing Change | 2012/12/30
 Parent: Oil-AM-Multifrac-Enhanced Frac Region
 Push date: 2021/03/24 02:56


Reservoir pressure: 6,867.4 psi(a)
 Bubble point pressure: 3,486.5 psi(a)

Fit type: Vogel Fetkovich Linear

Plot	q ₀ - stb/d	p _{wf} - psi(a)
<input type="checkbox"/>	0.000	6,867.40
<input checked="" type="checkbox"/>	20.880	6,756.64
<input checked="" type="checkbox"/>	41.760	6,645.87
<input checked="" type="checkbox"/>	62.640	6,535.11
<input checked="" type="checkbox"/>	83.520	6,424.34
<input checked="" type="checkbox"/>	104.400	6,313.58
<input checked="" type="checkbox"/>	125.280	6,202.81
<input checked="" type="checkbox"/>	146.160	6,092.05
<input checked="" type="checkbox"/>	167.040	5,981.28
<input checked="" type="checkbox"/>	187.919	5,870.52
<input checked="" type="checkbox"/>	208.799	5,759.75
<input checked="" type="checkbox"/>	229.679	5,648.99
<input checked="" type="checkbox"/>	250.559	5,538.23

Ім'я аналізу встановлено на "<Назва прогнозу> | <Дата прогнозу>", і воно доступне лише для читання. Під назвою аналізу є два підзаголовки: перший – назва батьківської аналітичної моделі; другий – дата натискання. Ця дата є датою та часом, коли крива притоку була надіслана з аркуша Advanced Forecast. Це засіб контролю версій у разі внесення змін до Advanced Forecast або батьківської аналітичної моделі.

Користувальницька таблиця заповнюється доступним лише для читання масивом швидкості та тиску потоку, що відповідає IPR із розширеного прогнозу. Усі точки даних перетягуються, а недійсні точки вилючаються.

Примітка. Якщо ви хочете відредагувати IPR, клацніть піктограму Копіювати (), щоб створити редагований копія.

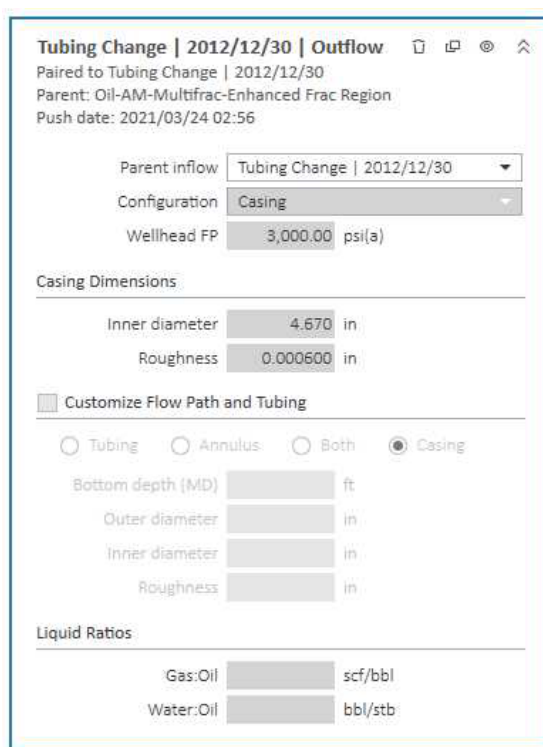
Імпортовані TPC (з Advanced Forecast)

Натиснутий TPC подібний до натиснутого IPR. Ім'я аналізу встановлено на «<Ім'я прогнозу> | <Дата прогнозу> | Відтік». Ця панель лише для читання містить додаткову інформацію щодо батьківської аналітичної моделі та дати надсилання.

Вибір «Батьківський приплив» залишається доступним для редагування, тож ви можете об'єднати ваш висунутий відтік із будь-якими панелями аналізу припливу на тому самому аркуші.

Вибір конфігурації стовбура свердловини, тиск потоку та розміри стовбура свердловини доступні лише для читання та відображають умови стовбура свердловини на визначеному кроці прогнозу.

Якщо коефіцієнти вторинної рідини вказані в розширеному прогнозі, вони відображаються в розділі «Коефіцієнти рідини» внизу панелі «Відтік».



Tubing Change | 2012/12/30 | Outflow
 Paired to Tubing Change | 2012/12/30
 Parent: Oil-AM-Multifrac-Enhanced Frac Region
 Push date: 2021/03/24 02:56

Parent inflow: Tubing Change | 2012/12/30
 Configuration: Casing
 Wellhead FP: 3,000.00 psi(a)

Casing Dimensions

Inner diameter: 4.670 in
 Roughness: 0.000600 in

Customize Flow Path and Tubing

Tubing Annulus Both Casing

Bottom depth (MD): [] ft
 Outer diameter: [] in
 Inner diameter: [] in
 Roughness: [] in

Liquid Ratios

Gas:Oil: [] scf/bbl
 Water:Oil: [] bbl/stb

Примітка: якщо ви хочете відредагувати TPC, клацніть значок «Копіювати» (📄), щоб створити редаговану копію.

Штучний підйомний відтік

З вашою ліцензією Harmony Optimize ви можете проводити аналізи з газліфтом і насосними шляхами потоку.

Спочатку вам потрібно створити оптимізовану конфігурацію в редакторі Wellbore. У розділі «Параметри розрахунку втрати тиску» оновіть шлях потоку до «Газліфт – трубчастий», «Газліфт – кільцевий» або «Накачування».

Газліфт

Після вибору конфігурації газліфту панель «Витік» праворуч додає розділ «Впорскування газліфту», для якого потрібні наступні додаткові дані:

- Тиск упорскування
- Швидкість впорскування газу
- Гравітація впорснутого газу (це значення за замовчуванням дорівнює значенню, введеному в редакторі властивостей)

Щоб отримати інформацію про глибину клапана, див. Показати всі криві клапана.

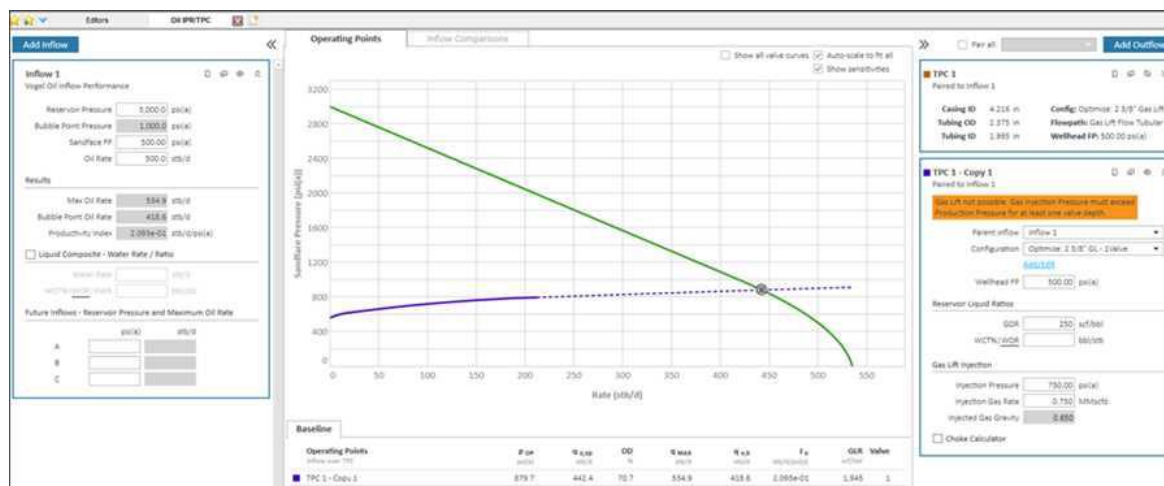
Ділянка та робочі точки

Робочі точки на графіку відображаються одним із таких кольорів:

- Зелений – робоча точка знаходиться в бажаному діапазоні.
- Чорний «X» – робоча точка недійсна (газліфт неможливий).

приклад

На цьому скріншоті газліфт неможливий. Це позначається помаранчевим виділенням тексту на панелі «Вихід» і піктограмою X для робочої точки на графіку. Крім того, крива продуктивності відображається довгим пунктирною лінією, яка вказує на те, що продуктивність надто висока, щоб газліфт був можливим.



Щоб вирішити проблему, вам може знадобитися:

- змінити тиск уприскування.
- змінити швидкість впорскування.
- змінити параметри стовбура свердловини в оптимізованій конфігурації,

наприклад глибину клапана.

На цьому знімку екрана крива газліфтного відтоку працює в бажаному діапазоні. Попереджувальне повідомлення зникло, а значок робочої точки перебуває у звичайному стані.



Електричний заглибний насос (ESP)

Примітка. Для аналізу ESP необхідно вибрати конфігурацію Optimize Configuration із заданим шляхом потоку Pumping. Для отримання додаткової інформації перегляньте редактор Wellbore.

Після вибору конфігурації відкачування для панелі «Відтік» праворуч потрібен один додатковий вхід під назвою «Ефективність сепаратора».

- Ефективність сепаратора відображає відсоток вільного газу в умовах насоса, видаленого з шляху потоку насоса (і виробленого в затрубному просторі).

- Передбачається, що надходження газового фактору є видобутком труб після сепарації газу.

- Якщо більше 20% загального об'єму рідини становить вільний газ на вході насоса, ESP може бути пошкоджено. Обчислення тривають, але відображається попередження.

Приклад

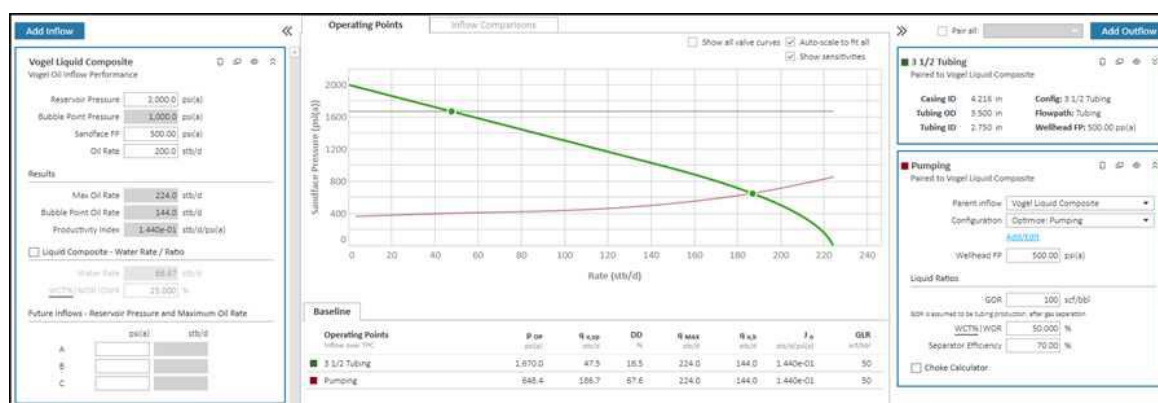
На цьому скріншоті прокачка неможлива. Це позначено помаранчевим виділенням тексту на панелі «Вихід» і відсутності дійсної робочої точки на графіку. Крім того, крива продуктивності, здається, зупиняється на рівні 30 барелів на день, що значно нижче очікуваного показника, враховуючи криву припливу для цієї свердловини.



Щоб вирішити проблему, вам може знадобитися:

- Перевірте, чи правильно ви ввели діапазон витрат для насоса.
- Дослідіть загальну витрату рідини (нафта, вода та вільний газ), щоб переконатися, що розмір насоса правильний.

На цьому знімку екрана крива відтоку насоса працює в бажаному діапазоні. Попередження зникло, а значок робочої точки перебуває у звичайному стані.



Імовірнісний аналіз зниження (бета)

Цей аналіз забезпечує прогнози зниження входних процентилів на основі розподілу q_i та b . Інформацію про цю методологію див. у методі імовірнісного зниження.

Harmony Enterprise має набір за замовчуванням P90, P50 і P10, але ви можете встановити будь-які процентильні значення в діалоговому вікні

«Параметри» та створити від двох до десяти аналізів. У діалоговому вікні «Параметри» також можна налаштувати назви аналізів, в діапазону, dlim і критерії відмови.


Ми наполегливо рекомендуємо пристосовувати діапазон b до пласта та рідини під час застосування ймовірного зниження. Діапазон за замовчуванням від 0 до 2 найбільш підходить для нових свердловин з короткою історією видобутку.

Після створення аналізів (див. аналіз сутності) вони функціонують подібно до традиційного аналізу спаду, включаючи маніпуляції лініями, експорт, використання в економіці тощо. Аналізи створюються з різними кольорами ліній, але ці кольори можна змінювати на графіку. Стандартні кольори встановлено для діапазонів P1 - P35, P36 - P65 і P66 - P99. Зауважте, що якщо ви створюєте два процентилі в одному діапазоні, вони відобразатимуться одним кольором за замовчуванням. Вибір точки для найкращого підбору та припасування зниження до прогнозу вимкнено для імовірного зниження, оскільки ці функції використовують стандартне найкраще підгонку та є більш придатними для використання в традиційному аналізі зниження.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Імовірнісний аналіз зниження забезпечує ініціалізацію для створення діапазону прогнозів для даної свердловини. Після створення аналізів вони поведуться як традиційне зниження та не зберігають інформацію про прогнозний розподіл, який використовувався для їх створення.

Панель диспетчера аналізу

На панелі диспетчера аналізу клацніть значок «Додати аналіз» () і виберіть «Імовірнісне зниження» (бета).

Створюються аналізи зниження для вказаних процентилів, і кожне зниження має детальні параметри, які відображаються на панелі «Параметри аналізу», розташованій під панеллю «Диспетчер аналізу» (параметр за замовчуванням). Ці аналізи зниження можна пов'язувати з іншими аналізами, перейменовувати та модифікувати.

Панель вибору сюжету

Додаткові набори даних можна відобразити за допомогою списку на цій панелі. Це може дозволити відображати інші типи аналізів одночасно. Ви також можете приховати будь-які з поточних наборів даних, хоча це може призвести до того, що деякі аналізи більше не відображатимуться на графіку.

Примітка. Коли ви зберігаєте робочий цикл, ці налаштування включаються.

Панель параметрів аналізу

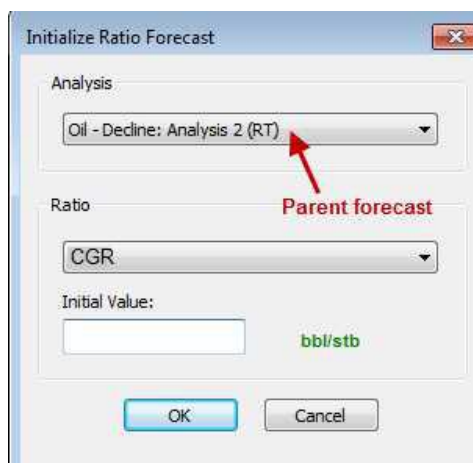
Для отримання додаткової інформації дивіться аналіз зниження.

Прогноз співвідношення

Прогнози співвідношення використовуються для застосування коефіцієнта, введеного користувачем, до існуючого прогнозу з метою розрахунку прогнозу іншої рідини. Як передумова, ви повинні мати існуючий прогноз, і ви можете додавати прогнози співвідношення лише до аналізів, які є прогнозами.

Примітка. Цей прогноз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Відкривши наявний прогноз, ви можете додати прогноз співвідношення (див. аналіз сутності) та ініціалізувати цей прогноз, використовуючи постійне значення співвідношення.



Прогноз співвідношення є дочірнім прогнозом, тому якщо ви оновлюєте, переміщуєте або видаляєте батьківський прогноз, дочірній прогноз оновлюється автоматично. Зауважте, що дитячий прогноз не впливає на батьківський.

Зміни від співвідношення постійних значень можна внести, ввівши або вставивши стовпець співвідношення робочого аркуша прогнозу.

Початкове значення для прогнозу співвідношення можна оновити, але тривалість встановлюється батьківським прогнозом (наприклад, зниження). Якщо ви розширюєте діапазон батьківського прогнозу, прогноз співвідношення автоматично розширює своє початкове значення відповідно до нової кінцевої дати. Якщо ви скорочуєте діапазон батьківського прогнозу, непотрібні рядки в прогнозі співвідношення автоматично видаляються.

Ви можете змінити роздільну здатність таблиці, натиснувши піктограми D (день), M (місяць, налаштування за замовчуванням) або Y (рік) на панелі інструментів. Опис типових піктограм див. у панелях інструментів.

Тенденція співвідношення

Тенденція співвідношення використовується для створення лінійних прогнозів співвідношення рідини в залежності від часу. Вони можуть бути пов'язані з аналізами падіння для створення прогнозів дебіту замість незалежного аналізу вторинних рідин.

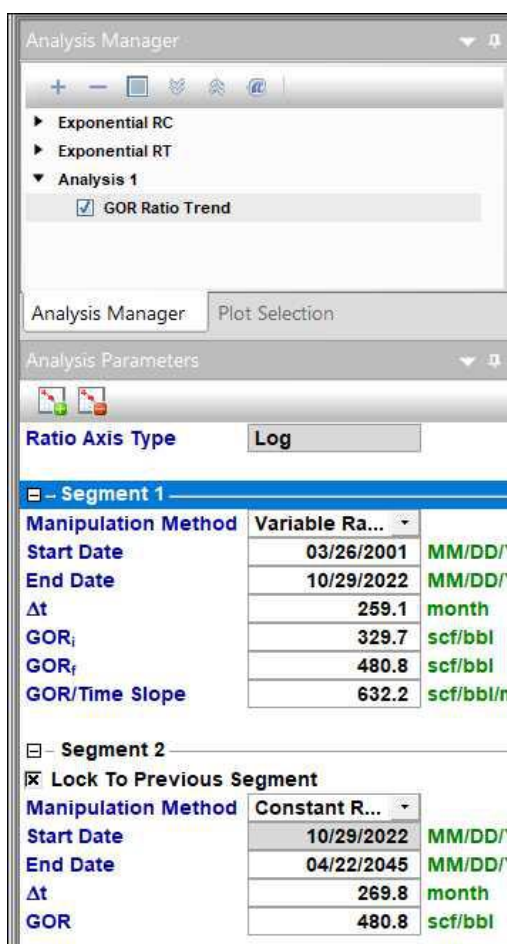
Тенденція відношення не базується на моделі чи рівнянні, і ви повинні враховувати властивості флюїду резервуара, щоб обмежити прогнози.

Підтримувані коефіцієнти включають газонафтовий коефіцієнт (GOR), водонафтовий коефіцієнт (WOR), конденсатно-газовий коефіцієнт (CGR) і водно-газовий коефіцієнт (WGR). На робочому аркуші, який містить одне з цих співвідношень, нанесене на графік проти дати, часу або сукупного часу, відповідний тренд співвідношення доступний для додавання в диспетчері аналізу, натиснувши піктограму +.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Панель параметрів аналізу

Після того як ви додасте тенденцію співвідношення, вибраний аналіз (виділений сірим) матиме детальні параметри, які відобразяться на панелі параметрів аналізу, розташованій під панеллю диспетчера аналізу. (Це налаштування за умовчанням.)



Harmony Enterprise спочатку найкраще відповідає вашій тенденції співвідношення на основі всієї історії виробництва співвідношення.

На цій панелі можна переглянути такі параметри: Тип осі співвідношення – відображає логарифм або координату, залежно від типу осі, який ви встановили для співвідношення на аркуші під час створення тенденції співвідношення. Тенденція співвідношення може відображатися та маніпулюється на іншому типі осі, але його не можна змінити на інший тип осі. Він не відображається як пряма лінія, коли відображення осі перемикається, оскільки воно є лінійним лише для типу осі, на якому його створено.

Кілька сегментів

Ви можете додати кілька сегментів (див. панель інструментів «Параметри аналізу») до тенденції співвідношення, і під кожним сегментом ви можете змінити параметри та метод маніпулювання для цього сегмента.

На вкладці кожного сегмента ви можете вказати / переглянути такі параметри:

- Метод маніпуляції – виберіть змінне співвідношення для лінійного збільшення або зменшення коефіцієнтів і виберіть постійне співвідношення для фіксованого значення. Параметрами за замовчуванням є змінне співвідношення.

- Дата початку – початок тренду співвідношення позначається лівим квадратом на лінії аналізу.

- Кінцева дата – кінець тренду співвідношення позначається квадратом праворуч на лінії аналізу.

- Δt – тривалість тренду коефіцієнта від дати початку до дати закінчення.

- Початковий коефіцієнт – початкове значення коефіцієнта на початку тенденції співвідношення. Це відображається як аббревіатура співвідношення (наприклад, GOR) з індексом «i» і застосовується лише до змінного співвідношення.

- Кінцевий коефіцієнт – кінцеве значення коефіцієнта в кінці тенденції співвідношення. Це відображається як аббревіатура співвідношення (наприклад, GOR) з індексом «f» і застосовується лише до змінного співвідношення.

- Нахил – для тренду змінного співвідношення це різниця між кінцевим і початковим співвідношенням, поділена на тривалість.

- Відношення – тенденція постійного відношення показує значення відношення, яке використовується протягом його тривалості, з акронімом відношення (наприклад, GOR).

- Закріпити за попереднім сегментом – у вторинних сегментах, якщо цей параметр встановлено на початковому співвідношенні, він закріплюється за остаточною співвідношенням попереднього сегмента, і обидва залишаються синхронізованими через будь-які модифікації аналізу.

Панель інструментів параметрів аналізу

На панелі інструментів параметрів аналізу є такі ключові значки

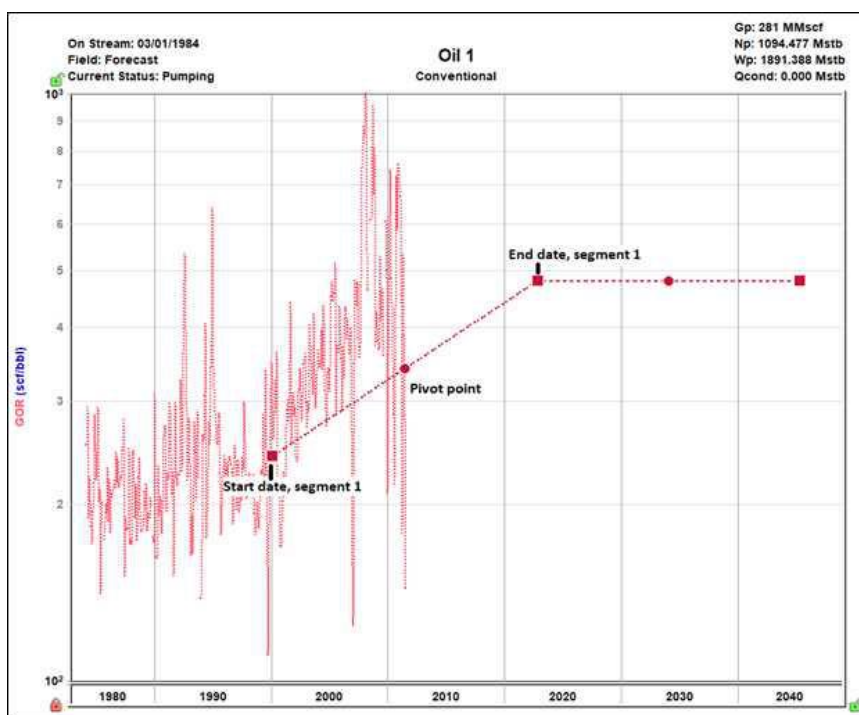


Додати сегмент / Видалити сегмент – додає новий сегмент у кінець існуючого тренду співвідношення або видаляє останній сегмент. Коли ви додаєте новий сегмент, це ініціалізується як змінне співвідношення з таким же

початковим значенням і нахилом попереднього сегмента. Тривалість нових сегментів – 60 місяців (5 років).

Маніпуляція лініями

Маніпуляції з лініями ініціюються клацанням самої лінії або однієї з точок маніпулювання для даного сегмента (дата початку або дата завершення). Конкретні маніпуляції з лініями описані нижче.



Дата початку (позначена лівим квадратом)

- Натисніть, захопіть і перетягніть – переміщує лінію вертикально та горизонтально (панорамування у 4 напрямках), щоб змінити дату початку та початкове співвідношення. Нахил змінюється, але точка кінцевої дати залишається фіксованою.

- У сегменті постійного співвідношення це рухається лише горизонтально та змінює дату початку.

Дата завершення (позначена квадратом праворуч)

- Клацніть, захопіть і перетягніть – переміщує лінію вертикально та горизонтально (панорамування у 4 напрямках), щоб змінити кінцеву дату та кінцевий коефіцієнт. Нахил змінюється, але точка початкової дати залишається фіксованою.

- У сегменті постійного співвідношення це рухається лише горизонтально та змінює кінцеву дату.

Будь-яка точка на лінії (активується, коли сегмент стає оранжевим)

- Натисніть, захопіть і перетягніть – повертає лінію навколо точки опори. І початкове, і кінцеве співвідношення змінено, але початкова та кінцева дати зафіксовані. Це недоступно для сегментів постійного співвідношення.

Точка опори (позначена кружком)

- Натисніть, захопіть і перетягніть – переміщує лінію вертикально, зберігаючи нахил.

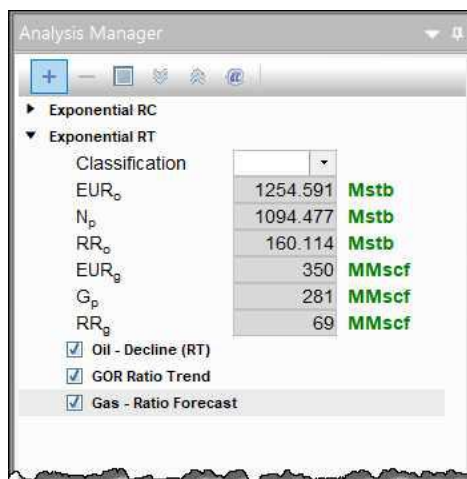
Точка повороту також може переміщатися вздовж лінії, щоб змінити своє положення.

Посилання на аналіз відхилення

Після того, як ви створили тренд співвідношення, ви можете пов'язати його з аналізом зниження, щоб обчислити прогноз курсу. Наприклад, зв'язуючи газовий фактор і падіння нафти, можна розрахувати прогноз витрат газу. Це можна зробити, натиснувши кнопку ... поруч із аналізом у менеджері аналізу. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте меню типу аналізу.

Для кожного співвідношення будь-яка рідина може бути пов'язана для розрахунку іншої, але використовуються лише традиційні та багатосегментні зниження. Дуонг, розтягнутий експоненціальний та інші типи прогнозів не генерують прогноз курсу з тенденцією співвідношення. Прогноз курсу розраховується від дати початку прогнозу до дати завершення. Якщо тренд співвідношення не продовжується протягом тієї самої тривалості, фіксоване значення співвідношення екстраполюється, щоб заповнити прогалину.

Розрахована ставка відображається як елемент у диспетчері аналізу (вибрано нижче), який можна відобразити на робочому аркуші з її ставкою або на робочому аркуші прогнозу.



Якщо тенденцію зниження або коефіцієнта вилучено з батьківського аналізу або видалено, прогноз курсу буде видалено. Інший аналіз, який створює прогноз дебіту того самого типу рідини, не може бути пов'язаний з аналізом після створення прогнозу дебіту.

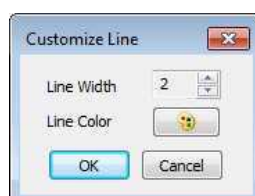
Прогноз курсу можна експортувати. Для отримання додаткової інформації дивіться прогнози експорту. Коли тенденція співвідношення пов'язана з відповідним зниженням, її також можна експортувати в ARIES. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте параметри відхилення експорту.

Експорт ARIES підтримує такі комбінації:

- GOR + падіння нафти
- ГФ + зниження газу (експортовано як OGR)
- WOR + падіння нафти
- CGR + спад газу
- WGR + зниження газу

Налаштування лінії аналізу

Ви можете налаштувати ширину та колір лінії спаду/кривої, клацнувши її правою кнопкою миші.



Після того, як ви налаштуєте лінію/криву зниження, зміни зберігаються та застосовуються до кожного аркуша, на якому відображається це зниження.

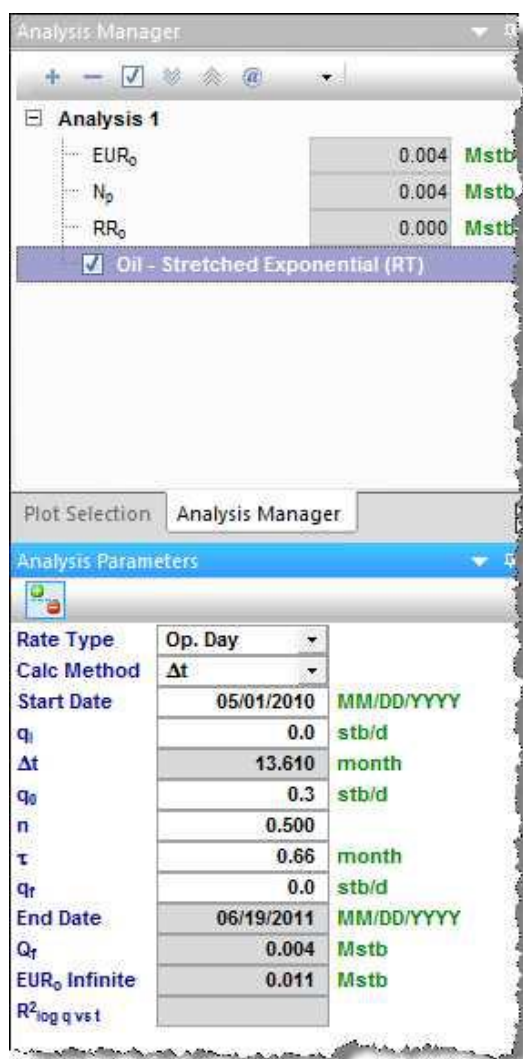
Аналіз розтягнутого експоненційного зниження

Метод розтягнутого експоненціального спаду є різновидом традиційного методу Арпса, але він краще підходить для нетрадиційних колекторів через його обмежений характер. Для отримання додаткової інформації дивіться теорію розтягнутого експоненційного зниження.

Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Панель параметрів аналізу

Після додавання аналізу відхилення (див. аналіз сутності) детальні параметри вибраного аналізу (виділеного фіолетовим) відобразатимуться на панелі «Параметри аналізу», розташованій під панеллю «Диспетчер аналізу» (параметр за замовчуванням).



На цій панелі можна вказати/переглянути такі налаштування та параметри: (Параметри, які відображаються, залежать від того, чи було створено аналіз на

графіку продуктивності швидкість-час (RT) або швидкість-кумулятивність (RC).)

- Тип ставки – виберіть календарну ставку (Cal. Day) або ставку оператора (Op. Day) зі спадного списку. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте аналіз відхилень: тип ставки.

- Calc Method – виберіть метод, за допомогою якого обчислюється аналіз зниження (наприклад, Δt або q_f) зі спадного списку.

- Дата початку – дата закінчення виробництва та дата початку прогнозу, представлена середньою точкою лінії аналізу.

- q_i – початковий дебіт газу/нафти для прогнозу.

- Q_i – кумулятивне виробництво на початку прогнозу.

- Δt – тривалість відрізка спаду.

- q_0 – розтягнутий експоненціальний член q_0 . (Початкова швидкість на початку виробництва. Не плутати з q_i , яка є початковою швидкістю на початку прогнозу.)

- n – розтягнутий експоненціальний n -член; воно має бути між 0 і 1.

- t – розтягнутий експоненціальний t -член; він повинен бути позитивним.

- q_f – дебіт газу/нафти на кінець прогнозу.

- Кінцева дата – дата закінчення прогнозу.

- ΔQ – кумулятивний видобуток протягом прогнозного періоду.


- Q_f – кумулятивне виробництво на кінець прогнозу – очікуване кінцеве відновлення (EUR).

- EUR0 Infinite – євро, якщо рівень залишення дорівнює 0.

- R2 – показник точності збігу історії. Це повідомляється як $R2 \log q$ проти t на графіку швидкість-час (RT) і $R2q$ проти Q на графіку продуктивності швидкість-час (RC).

Панель інструментів параметрів аналізу

На панелі інструментів параметрів аналізу є такий значок:

 Показати / приховати рядок результатів – показує (налаштування за замовчуванням) або приховує пунктирно-зелену лінію на графіку, яка представляє залишення для аналізу тривалого зниження.

Маніпуляція лініями

Маніпуляції з лініями ініціюються клацанням (іноді з натисненням клавіш Ctrl або Shift) самої лінії або однієї з точок маніпулювання для певного сегмента (дата початку, дата початку прогнозу або дата завершення). Ви можете скасувати маніпулювання лініями, натиснувши клавішу Esc. Конкретні маніпуляції лініями описані нижче:

Порада. Щоразу, коли ви бачите «клацнути», це означає, що ви клацаєте лівою кнопкою миші. Особливо згадуються дії, клацані правою кнопкою миші.

- Дата початку (позначена синім колом)

■ Клацніть, захопіть і перетягніть – переміщує лінію зниження вертикально, щоб змінити q_i сегмента. Однак це не змінює дату початку або дату початку прогнозу (FSD). Форма лінії спаду (b і d) збережена.

- І q_i , і q для сегмента, яким маніпулюють, змінюються, і всі сегменти, наступні за цим сегментом, відповідно зсуваються в часі/сукупному виробництві.

■ Клавіша Shift – натискання клавіші Shift під час перетягування повертає ваш прогноз назад до історичного виробництва. Дата початку, q_i і d_i змінюються, але це не впливає на значення b.

- Ця функція клавіші Shift не застосовується до вторинного сегмента.

■ Клавіша Ctrl – натискання клавіші Ctrl під час перетягування переміщує криву вздовж осі x. Дата початку, FSD і кінцева дата прогнозу випереджають час для першого сегмента.

- Ця функція клавіші Ctrl не застосовується до вторинного сегмента.

- Кінцева дата (позначена синім квадратом)

■ Клацніть, захопіть і перетягніть – дозволяє перемістити кінцеву дату в часі, прив'язавшись до початкової дати та зберігаючи q_f . Значення b

зберігається, але d_i оновлюється. Якщо FSD міститься в сегменті, то q і d також оновлюються.

■ Клавiша Shift – натискання клавiші Shift під час перетягування розширює ваш прогноз вперед у часі та зменшує кінцеву швидкість (q_f). Ваш остаточний Q_f збільшується, але жоден із параметрів зниження не змінюється.

■ Клавiша Ctrl – візуально схожа на функцію захоплення та перетягування кінцевої дати, але значення b можна змінити за допомогою функції клавiші Ctrl.

● Будь-яка точка на прогнозованій кривій зниження (активується, коли сегмент зниження стає оранжевим)

■ Клацніть, захопіть і перетягніть – якщо сегмент містить FSD, цей сегмент прив'язаний до FSD і обертається, поки значення b і q_f зберігаються.

- У сегменті, який не містить FSD, зниження прив'язується до дати початку сегмента.

- Якщо ви випадково розмістите FSD на кінцевій даті сегмента, відхилення буде прив'язано до кінцевої дати сегмента.

■ Клавiша Ctrl – змінюється кривизна лінії (значення b).

Щоб налаштувати лінію, клацніть її правою кнопкою миші. Щоб отримати додаткові відомості, перегляньте налаштування лінії відхилення.

Аналіз спостереження

За допомогою аналізу спостереження ви можете створити:

● Графік Холла (одна свердловина) – простий інструмент для аналізу стаціонарного потоку в нагнітальній свердловині.

● Аналіз (групи) коефіцієнта заміщення пустот (VRR) – допомагає визначити частини родовища, куди потрібно закачувати збільшену або зменшену кількість води чи газу, щоб досягти або підтримувати цільові показники VRR.

Для отримання значущих результатів свердловина повинна містити об'єми закачуваної води та тиск у нагнітальних трубах. За бажанням свердловина також може містити «час на нагнітання». Для отримання додаткової інформації дивіться теорію аналізу спостереження.

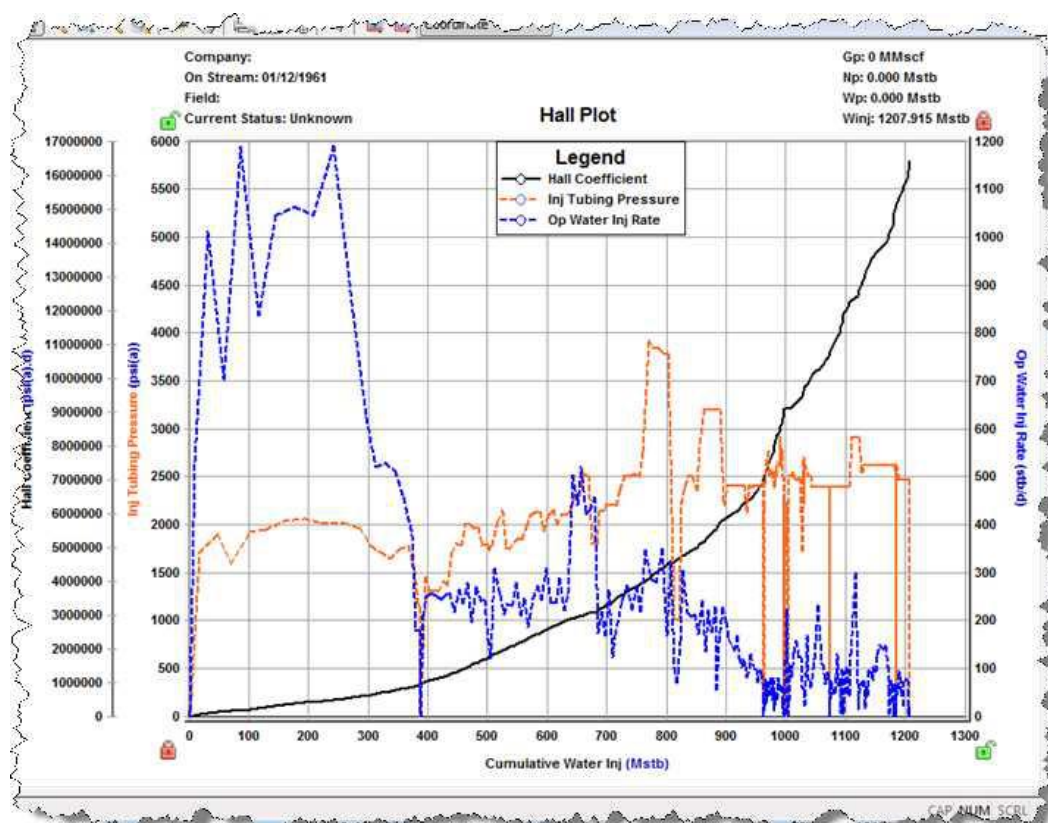
Примітка. Цей аналіз працює з вашою ліцензією Harmony Forecast™.

Прихожа ділянка

Нахил графіка Холла вказує на середню прийомистість окремої свердловини. При звичайних умовах ділянка є прямолінійною; відхилення вказують на зміни в умовах ін'єкції. Для отримання додаткової інформації дивіться теорію сюжету Холла.

За замовчуванням робочий аркуш «Графік Холла» відображає коефіцієнт Холла на лівій осі ординат, а сукупний обсяг закачаної води – на осі x.

Щоб відобразити на графіку інші набори даних (наприклад, тиск у нагнітальних трубах і експлуатаційну швидкість закачування води), натисніть вкладку «Вибір графіка», а потім виберіть набори даних, які потрібно відобразити.



Аналіз VRR

Аналіз коефіцієнта заміщення порожнистості (VRR) допомагає визначити частини родовища, куди необхідно закачувати збільшену або зменшену кількість води або газу, щоб досягти або підтримувати цільові показники VRR.

Аналіз VRR може відображати як миттєвий VRR, так і кумулятивний VRR як для вприскування води, так і впорскування газу. Набори даних VRR можна побудувати в залежності від часу, сукупної видобутої нафти або сукупної закачаної води.

Щоб створити робочий аркуш VRR із використанням закачування води, значення закачування необхідно ввести в Обсяг закачування води в редакторі Видобуток для окремих свердловин. Щоб створити робочий аркуш VRR з використанням закачування CO₂, значення закачуваного газу необхідно ввести в «Об'єм закачування газу» (також у редакторі «Видобуток»). В оренду обсяги закачування пари не враховуються в розрахунках VRR. За бажанням свердловина також може містити «час на нагнітання».

Цей робочий аркуш містить такі кнопки в нижньому лівому куті: шаблони та налаштування VRR. Якщо ви не бачите всі ці кнопки, натисніть >> і виберіть «Показати всі кнопки».

Візерунки

Коли ви створюєте новий аркуш, усі лунки перераховуються в категорії Непризначені. Шаблони використовуються для поділу свердловин на групи, які гідравлічно пов'язані та зазвичай зосереджені навколо однієї нагнітаючої свердловини та видобувачів, на яких вона впливає, або навпаки. Ці шаблони можна створити шляхом вибору свердловин у списку або на карті та створення нового шаблону або додавання та видалення свердловин із існуючих шаблонів.

Створення візерунків



Щоб створити новий візерунок на панелі візерунків:

1. Виберіть лунки в категорії Непризначені. Для вибору кількох лунок можна використовувати клавіші Shift і Ctrl на клавіатурі.

2. Клацніть значок «Додати сутність» (+) і виберіть «Створити шаблон» із вибраних.

Або клацніть правою кнопкою миші одну з вибраних лунок і виберіть «Перемістити вибрані елементи», а потім виберіть (Новий шаблон).

Щоб створити новий шаблон на карті:

1. Виберіть свердловини на карті, клацнувши піктограму «Вибір області» () або «Вибір ласо» ()

значок.

2. Натисніть кнопку Створити шаблон на панелі інструментів карти.

Модифікація шаблонів


Щоб змінити шаблон:

1. Клацніть правою кнопкою миші на панелі шаблонів.

2. Виберіть одну з наступних опцій:

- Перейменувати шаблон – змінює відображувану назву шаблону на лівій панелі та на карті. Потрібно використовувати унікальне ім'я.

- Редагувати колір візерунка – змінює колір відображення візерунка на лівій панелі та на карті.

Шаблони можна видалити, вибравши шаблон і натиснувши «Видалити вибрані сутності» ()

Налаштування VRR

Параметри VRR такі:

Джерело тиску – визначає тиск, який використовується під час визначення властивостей рідини (V_o , V_g , V_w , R_s) у кожному періоді під час розрахунку VRR.

- Використовувати постійний тиск – введіть постійний тиск у резервуарі або використовуйте значення за замовчуванням (пі з редактора властивостей).

- Використовувати аналіз матеріального балансу нафти – виберіть свій аналіз із розкривного списку, і синтетичний пластовий тиск з часом буде застосовано до розрахунків VRR.

Ціль – за замовчуванням кожен аналіз VRR відображає пряму пунктирну лінію Target VRR при $VRR = 1$. Це візуальний індикатор зв'язку між наборами даних VRR і вказаною вами ціллю. Щоб відобразити цільову лінію VRR, установіть прапорець «Показати на графіку». Ви можете змінити цільове значення VRR, ввівши нове значення в поле VRRTARGET.

Примітка: Цільовий показник VRR базується на належній практиці використання пластів.

Видобуток перед закачуванням – кумулятивний набір даних VRR може включати видобуток перед закачуванням (параметр за замовчуванням) або виключати його. Якщо включити видобуток перед закачуванням, кумулятивний VRR відображає співвідношення між закачаними рідинами та видобутими рідинами з початку видобутку. Якщо видобуток перед закачуванням виключено, кумулятивний VRR відображає співвідношення між закачаними рідинами та видобутими рідинами з початку закачування.

Виділення

Натискання кнопки «Розподіл» відкриває діалогове вікно «Розподіл шаблону», у якому відображаються коефіцієнти втрат і розподіл шаблонів для всіх лунок у групі. Коефіцієнти втрат застосовуються лише до обсягів закачування для свердловини та дозволяють частково врахувати загальну закачування в розрахунках VRR.

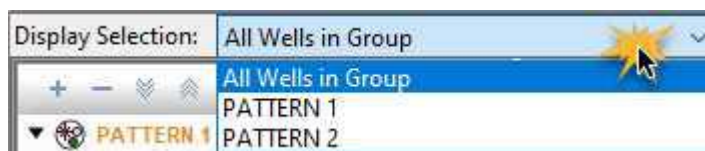
Коефіцієнти втрат за замовчуванням дорівнюють нулю. Розподіл розділяє видобуток і нагнітання свердловини, якщо вона включена в кілька моделей. Розподіл становить 1,0 для першого шаблону, до якого додається свердловина, і нуль для наступних шаблонів. Комірка розподілу є порожньою та неактивною для будь-якого шаблону, для якого свердловина не є членом.

Кнопка «Автоматичний розподіл» – автоматично встановлює розподіл колодязя на середнє арифметичне на основі загальної кількості шаблонів, до яких він входить. Наприклад, якщо свердловина складається з двох шаблонів, розподіл встановлюється на 0,5 у кожному шаблоні.

Приладова панель

На приладовій панелі є чотири ділянки.

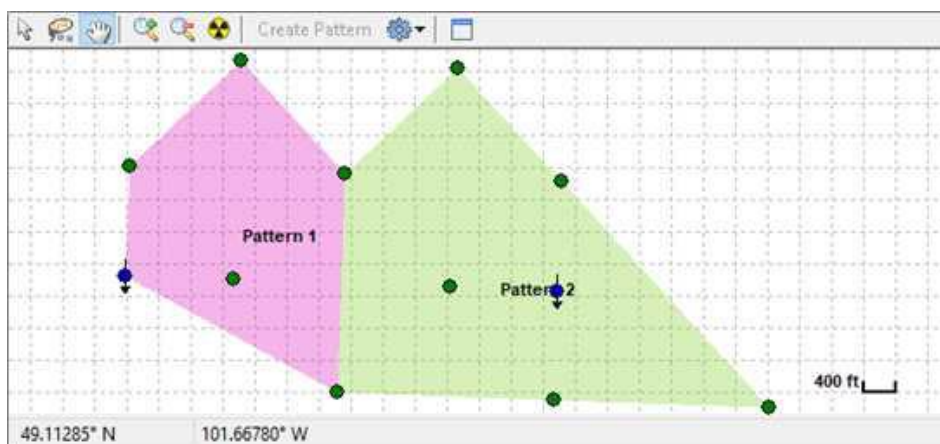
Графіки VRR, Production History і Ratios можуть відображати набори даних для всіх свердловин у групі VRR або для певної моделі на основі вибору в наступному спадному списку:



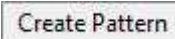

Для опису поширених піктограм графіка див. панелі інструментів графіка.

Перегляд карти

На карті відображаються всі свердловини в групі VRR і всі створені шаблони.

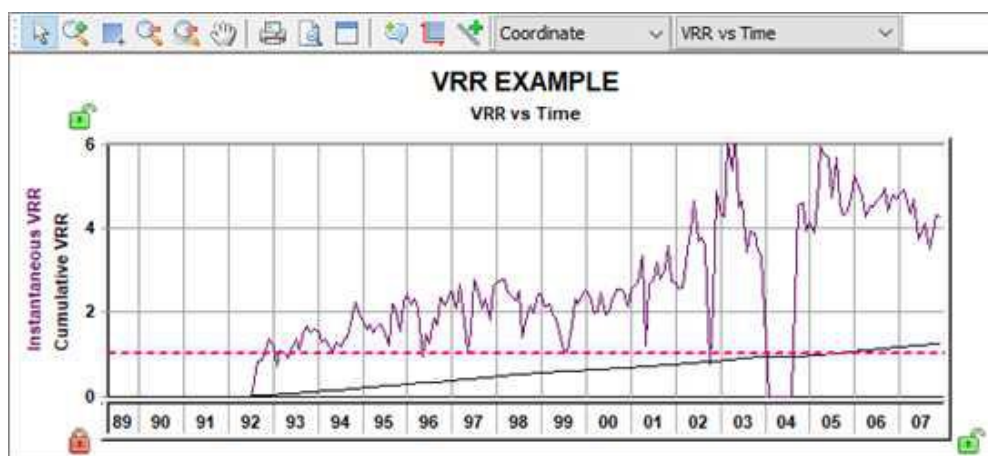


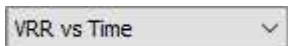
Піктограми панелі інструментів такі:

-  Create Pattern – створює візерунок із вибраних лунок.
-  Параметри відображення – клацання цієї піктограми відображає розкривний список із такими параметрами: свердловини, назви свердловин, голова свердловини, сітка, масштаб, шаблони, назви шаблонів і показати все.

VRR Plot

Цей графік відображає миттєвий VRR і сукупний VRR для вибраного шаблону.



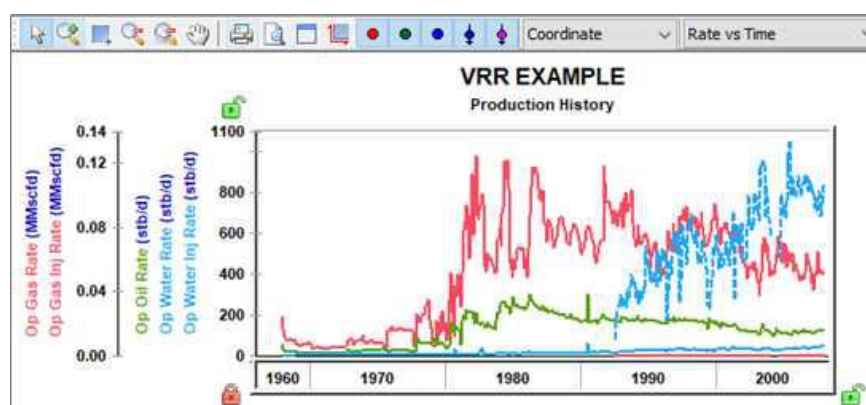
Клацніть  розкривний список, щоб перемикатися між різними видами сюжету: VRR проти часу, VRR проти Cum Oil і VRR проти Cum Water Inj.


Лінії на сюжеті позначають наступне:

- Пунктирна рожева лінія – позначає цільову VRR. Цей параметр можна змінити в налаштуваннях VRR.
- Суцільні лінії – представляють набори даних VRR (фіолетовий = миттєвий, чорний = кумулятивний).

Сюжет історії виробництва

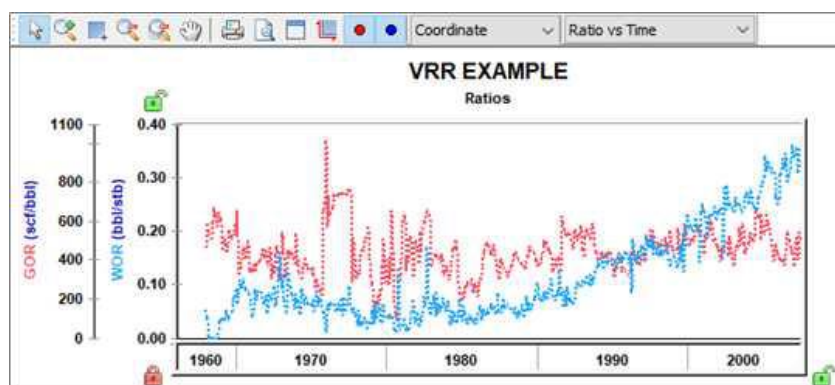
Цей графік відображає історичні показники видобутку та закачування для вибраного зразка.




Піктограми «Символ свердловини» () використовуються, щоб показати або приховати окремі набори даних на графіку.

Графік співвідношень

Цей графік відображає історичні співвідношення для вибраного шаблону.



Піктограми «Символ свердловини» () використовуються, щоб показати або приховати окремі набори даних на графіку.

Література

1. Energy Upstream. Harmony Enterprise Help – PDF. Last revised: April 22, 2020. https://www.ihsenergy.ca/support/documentation_ca/Harmony_Enterprise/2020_1/content/print_pdf_output/harmony_enterprise_help.pdf
2. Harmony Enterprise Help – PDF. Last revised: August 16, 2022. https://www.ihsenergy.ca/support/documentation_ca/Harmony_Enterprise/2022_2/content/print_pdf_output/harmony_enterprise_help.pdf
3. Білецький, В.С. (2021). Моделювання у нафтогазовій інженерії. Львів: «Новий Світ – 2000», Харків: НТУ «ХПІ».

Навчальне видання

Расцветаєв Валерій Олександрович
Яворська Вікторія Вікторівна

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «Моделювання технологічних процесів»
для студентів спеціальностей
015 «Професійна освіта» (Нафтогазова справа)
та 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19