

УДК 553. 98(477. 8)

Мещерякова М.С., студентка спеціальності 015 Професійна освіта (Нафтогазова справа)

Наукові керівники: Яворська В.В., асистент кафедри нафтогазової інженерії та буріння; Калюжна Т.М., канд. пед. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії та буріння

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ДОСВІД МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗУ ЛІТОЛОГІЧНОЇ ГЕРМЕТИЧНОСТІ РОЗЛОМІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДАНИХ КАРОТАЖУ СВЕРДЛОВИН

Для аналізу розподілу викиду та ущільнення на двох розломах, використовуються дані свердловини та лінії відсічення, згенеровані з 3D-моделі, за допомогою програмного забезпечення компанії «Petroleum Experts» [1]. Потім порівнюються зміни розподілу в часі на кількох графіках, перш ніж відновити модель за допомогою інструментів 3D Decompraction і 3D Move-on-Fault до кроку в часі, коли відбулося надходження вуглеводнів. Ця інформація використовується для розгляду взаємозв'язку між двома розломами та їх впливу на потік через розломи. Для розрахунку невизначеності в аналізі ущільнення розлому використовується моделювання Монте-Карло [1, 2].

Модуль аналізу розлому дозволяє проводити кількісне опитування розподілу викидів і ущільнень на несправності. Унікальний для Move модуль аналізу розломів можна об'єднати з інструментами 3D Decompraction і 3D Move-on-Fault, що дозволить обмежити часові зміни для кидка, зіставлення та коефіцієнт виїмки сланцю. За відсутності надійної структурної 3D-моделі дані свердловини можуть бути зібрані в модуль і використані для оцінки гіпотетичних взаємозв'язків між горизонтами розломів та здатністю до ущільнення на діаграмі трикутника розломів.

Діаграми трикутника розлому традиційно отримують з однієї свердловини або декількох свердловин та моделюють розташування блоку, який зруйнований, для заданого кидка вздовж гіпотетичного плоского розлому. Існує лінійна залежність між глибиною по вісі ординат і кидком по вісі x, причому максимальна глибина визначає максимальне кидання. У Move можна врахувати зростання осадових відкладень через розлом, а також вторинну свердловину, і таким чином створювати більш точні трикутні діаграми (Рисунок 1) [1, 2].

У поєднанні з наявною петрофізичною інформацією розрахунок проксі-серверів ущільнення розломів, таких як коефіцієнт борозни сланців (SGR), коефіцієнт ефективної борозни сланців (ESGR), коефіцієнт розмиття сланців (SSF), потенціал розмиття глини (CSP), імовірнісний коефіцієнт розмиття сланців (PSSF), проникність і висота стовпа вуглеводнів можливі на ряді ділянок. Ці проксі також можна нанести на 3D-модель кольором для оцінки потенціалу міграції флюїдів, деякі з них пояснюються наступним чином: SGR – це частка сланцю (або глини), занесеного вздовж розлому в межах інтервалу ковзання висячої стінки та відсікання підніжжя; SSF – це відношення величини викиду, яку зазнає пласт, відносно товщини інтервалу сланцю; CSP використовує контрольну точку відносно кидка інтервалу сланцю та відстані (D) між цією точкою та межею інтервалу сланцю. Щоб дізнатися про теорію інших проксі-серверів, що використовуються в модулі аналізу помилок, треба переглянути сторінки довідки, які можна відкрити в Move. Оцінювання зіставлення між розломами та потенціалом ущільнення, де дані про розломи рідкісні або відсутні, відбувається шляхом побудови даних свердловини на діаграмі трикутника розломів. Дані включають вершини горизонту та гамма-каротаж, які будуть перетворені у VShale та використані для розрахунку коефіцієнта вирізання сланцю.

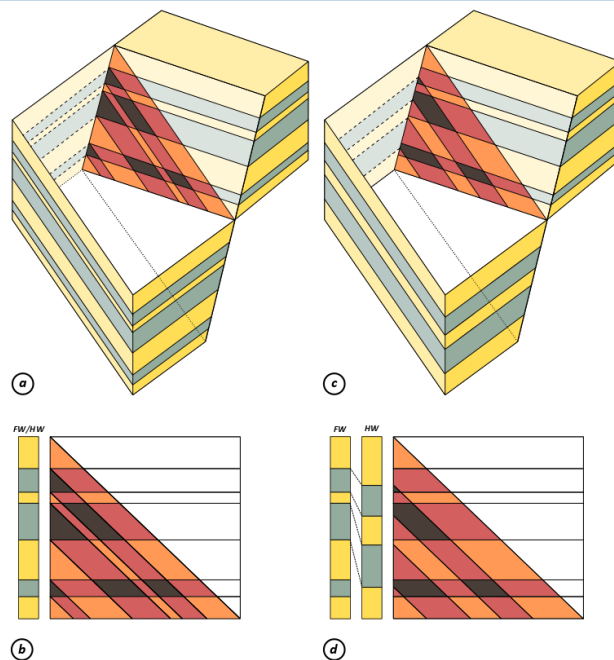


Рисунок 1: Блок-схеми з різними стилями зіставлення через розломи. а) Відсутність росту навісних стін. б) Трикутник розлому однієї свердловини. с) Блок-схема, що ілюструє зіставлення поперек розломів із зростанням висячої стінки. д) Трикутник розломів двох свердловин.

Далі 3D-модель буде інтегровано в робочий процес. Будуть створені лінії відрізу, які являють собою точки перетину кожної висячої стіни та горизонту підніжжя проти розлому. Після того, як вони будуть створені, 3D-відносини кидків будуть розглянуті в профілі кидків, масштабі розломів і діаграмах зростання розломів. Крім того, аналіз потенціалу ущільнення буде проведено шляхом створення літологічного зіставлення та кольорових карт і атрибутів SGR. Потім ці кольорові карти будуть швидко оброблені за допомогою діаграми несправностей, що дозволить швидко проаналізувати проксі ущільнень у часі.

Моделювання за методом Монте-Карло буде виконано з використанням інструменту моделювання невизначеності. Робочий процес моделювання невизначеності дозволяє стохастично моделювати відхилення положення лінії відсічення (лінії перетину горизонту та розлому) і вхідні дані Vshale або Vclay. Моделювання за методом Монте-Карло виконується із визначеною користувачем кількістю випадкових ітерацій для моделювання діапазону та ймовірності можливих результатів на основі визначених змінних.

Результати моделювання невизначеності будуть порівнюватися з поточними результатами аналізу, щоб обмежити невизначеність здатності ущільнення розлому.

Після аналізу поточної моделі, її буде відновлено до визначеного кроку за часом шляхом видалення верхнього горизонту і декомпактування базових одиниць. Потім буде відновлено за допомогою алгоритму Simple Shear в інструменті 3D Move-on-Fault. Після відновлення деформації буде запущено ще раз через інструмент Fault Analysis. Де буде встановлено різницю в літологічному зіставленні, SGR і вплив на потік рідини в часі.

Список використаних джерел:

1. PETROLEUM ENGINEERING AND STRUCTURAL GEOLOGY SOFTWARE. <https://www.petroleumexperts.com/>.
2. PM125 MOVE 2020 TUTORIALS. Petroleum Experts Ltd 2020. <https://www.petroleumexperts.com/>.