

Наука і сучасні технології

УДК 622.276.6

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕНІЛІТОВИХ ВІДКЛАДІВ

¹Я.М.Бажалук, ¹О.М.Карпаш, ¹Я.Д.Климишин, ¹О.І.Гутак, ²В.Я.Бажалук

¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,
тел. (03422) 42002, e-mail: karpush@nuing.edu.ua

²НВФ „Інтекс”, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Маланюка, 14/11,
тел. (03422) 785380, e-mail: yaropolkbazhaluk@gmail.com

Експериментально определяется значение коэффициента затухания импульсов давления и исследуются процессы затухания импульсов давления в менилитовых залежах. Определено расстояние, отвечающее нижнему пределу интенсивности упругих колебаний.

The value of coefficient of damping impulses of pressure is experimentally determined and the processes of damping impulses of pressure are investigated in menilit beds. Distance finding, which belongs the lower limit of intensity.

На завершальній стадії експлуатації нафтових родовищ з метою підвищення коефіцієнта нафтовилучення застосовують технології активної дії на пласт. Однією із перспективних технологій є технологія імпульсно-хвильової дії на малорухливі “застійні” зони нафти в пласті з метою підвищення швидкості фільтрації нафтового флюїду в таких зонах і, як наслідок, підвищення коефіцієнта нафтовилучення з пластів. З економічної та екологічної точок зору цей метод є найбільш прийнятним [1, 2, 4].

В Інституті фізики Землі АН СРСР і Кубанському державному університеті в 70-80-і роки було систематизовано багаторічні спостереження за сейсмічною активністю різних ділянок Землі з метою теоретичного обґрунтування можливості спрямованої сейсмічної дії з поверхні на нафтові пласти. Це сприяло створенню відносно потужних поверхневих віброджерел-віброплатформ, призначених для вібраційного “прослуховування” Землі. Подібні джерела працюють у діапазоні частот від 5 до 100 Гц і можуть розвивати зусилля в імпульсі до 10^6 Н.

Роботи з вивчення сейсмоакустичної дії на нафтові пласти з метою збільшення їх нафтовилучення проводяться в Росії: в Інституті фізики Землі РАН, ВНИИнефть, ВНИИЯГТе, а також у США.

Для розрахунку необхідних параметрів генераторів пружних коливань необхідно знати коефіцієнт затухання пружної хвилі у поровому

середовищі конкретного пласта. Існуючі літературні дані про коефіцієнти затухання пружних коливань у різних пластах-колекторах [3], пов’язані з дією на пласт пружними коливаннями певної визначеної частоти (здебільшого понад 1000 Гц). Пружні коливання з частотами, вищими 1000 Гц, швидко затухають у пласті-колекторі і не можуть використовуватись для дії на малорухливі зони нафти у зв’язку з тим, що останні знаходяться на відстанях сотень метрів від точки встановлення генератора пружних коливань.

Найбільш ефективними є дії на пласт із використанням пружних коливань у діапазоні 1-100 Гц. Інтенсивність пружних коливань у цьому діапазоні частот може бути достатньою для зміни швидкості фільтрації флюїду в пласті на відстанях 1000 м і більше [1].

Перевага надається імпульсним діям, що пояснюється, насамперед, більш широким спектром їх дії порівняно з квазігармонічними (безперервними). Широкий спектр частот дає змогу діяти на всі (або більшість) характеристик системи пласт-флюїд у різних свердловинах з достатньою ефективністю. Звідси випливає, що велике значення, з точки зору ефективної дії на пласт, має як необхідна інтенсивність акустичних коливань, так і спектр цих коливань з необхідною інтенсивністю кожної спектральної складової.



Рисунок 1 – Менілітове відслонення в районі Битківського нафтового родовища

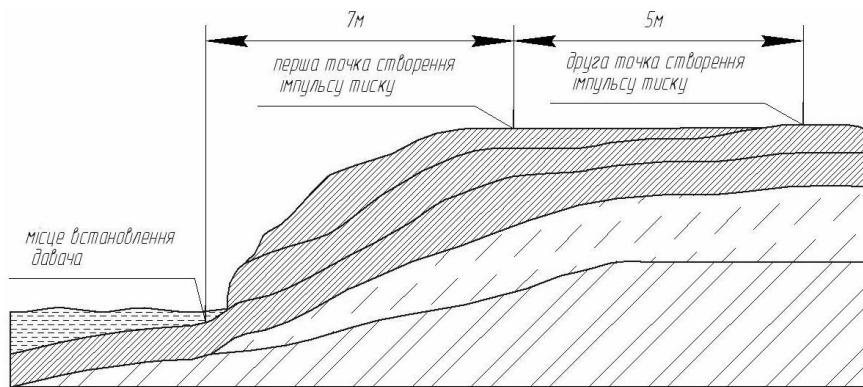


Рисунок 2 – Менілітове відслонення, схематичне зображення

Зміна літологічних характеристик пластів-колекторів значно впливає на значення коефіцієнта затухання пружних коливань. Отже, визначення коефіцієнта затухання коливань у конкретному пласті є актуальне у ході розроблення технології імпульсно-хвильових дій на пласт.

Метою даної роботи є експериментальні дослідження з визначення коефіцієнта затухання коротких імпульсів тиску у менілітових відкладах нафтових родовищ Передкарпатського прогину, де коефіцієнти нафтовилучення залишаються низькими.

Експериментальні і промислові дослідження свідчать про ефективність дії на пласти короткими імпульсами тиску з частотою повторення імпульсів 0,5-2 Гц [5]. У спектральному розкладанні такої періодичності імпульсів виділяються гармоніки в діапазоні частот 0,1-1000 Гц.

У лабораторії “Імпульсно-хвильових дій на продуктивні пласти” ІФНТУНГ спільно з НВФ „Інтекс” виготовлено обладнання для проведення лабораторних і польових досліджень з проходження імпульсів тиску у породі і розроблена методика визначення коефіцієнта зату-

хання імпульсів, зміни їх спектрального складу зі зміною відстані.

Методика проведення експериментальних досліджень.

Дослідження проводились на менілітовому водонасиченому відслоненні з довжиною пластів по горизонталі 30 метрів (рис. 1, 2).

Як джерело імпульсу тиску приймали удар металевого циліндра діаметром 6 см і масою 4 кг із циліндричною торцевою поверхнею після падіння його з висоти 1 м на вибрану ділянку поверхні пласта, що є зручним для визначення інтенсивності імпульсу в точці удару.

Для визначення інтенсивності імпульсу в точці, розташованій на певних відстанях від джерел імпульсів тиску використовувались високочутливі електретні мікрофони. Для реєстрації і запису сигналу застосовували програму SpectraPLUS. Кількість експериментів у кожній точці приймання сигналу становила 10.

Експериментальні дослідження проводились у такій послідовності:

1 Чутливий давач встановлювався в місці приймання сигналу від джерела імпульсу тиску (рис. 2).

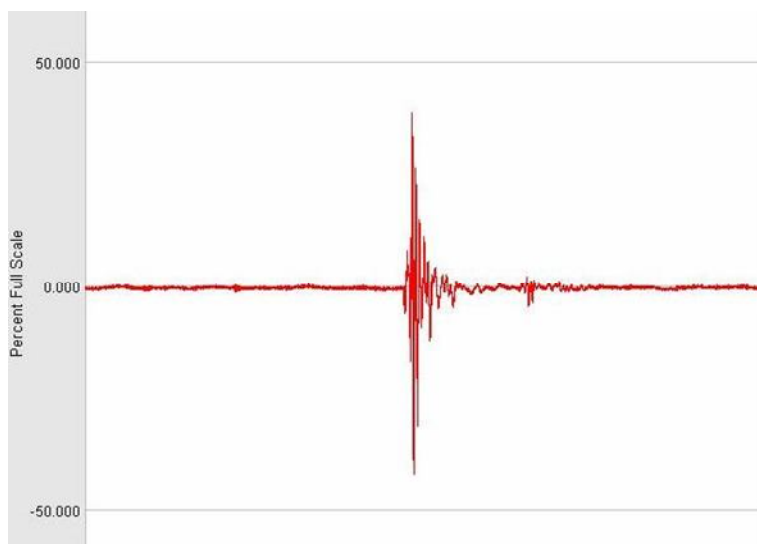


Рисунок 3 – Амплітуда імпульсу на відстані X_1 від точки удару

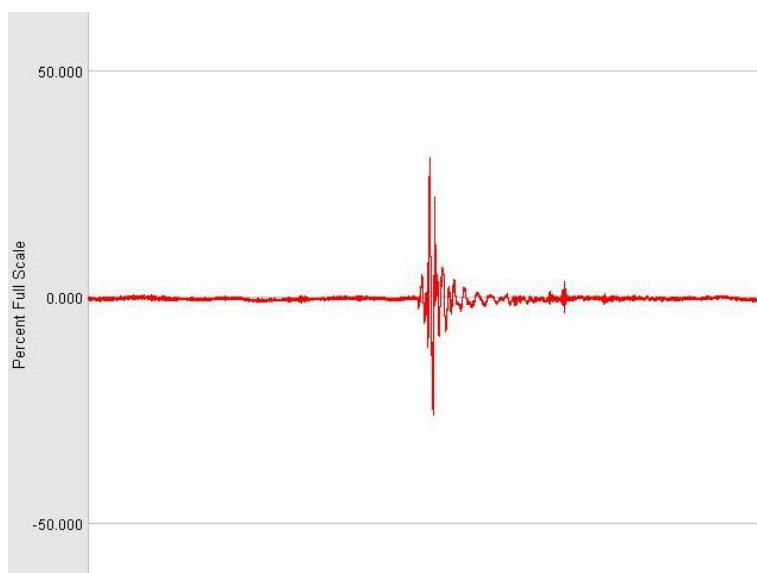


Рисунок 4 – Амплітуда імпульсу на відстані X_2 від точки удару

2 Імпульси тиску створювались на відстанях 7 і 12 м від точки встановлення давача.

3 Прийняті давачем сигнали передавались до переносного комп'ютера і записувались в базу даних програми SpectraPLUS.

Визначення коефіцієнта затухання імпульсів тиску.

Приймаючи товщину пласта рівною 2 м, визначимо відстані від першої і другої точки створення імпульсів тиску до давача :

$$x_1 = \sqrt{7^2 + 2^2} = 7,28 \text{ м};$$

$$x_2 = \sqrt{12^2 + 2^2} = 12,17 \text{ м}/$$

Відстань між точками створення імпульсів буде рівною:

$$x = x_2 - x_1 = 4,89 \text{ м}/$$

Коефіцієнт затухання знаходимо як співвідношення амплітуд імпульсів та відстані між точками створення імпульсів [6] :

$$A_2 = A_1 e^{-kx}, \quad (1)$$

де: A_1, A_2 – значення амплітуди відповідно на відстані x_1, x_2 від джерела імпульсу тиску; k – коефіцієнт затухання, м^{-1} .

Значення амплітуд A_1, A_2 визначимо з рисунків 3 та 4.

$$A_1 = 39 \text{ умовних одиниць};$$

$$A_2 = 31 \text{ умовних одиниць}.$$

Коефіцієнт затухання буде рівний:

$$k = -\frac{\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right)}{x} = -\frac{\ln\left(\frac{31}{39}\right)}{4,89} = 0,047.$$

Енергію імпульсу тиску в точці удару можна визначити за формулою

$$E = mgh = 4 \cdot 9,81 \cdot 1 = 39,24 \text{ Дж},$$

де: m – маса циліндра, кг; h – висота падіння циліндра, м.

Інтенсивність імпульсу тиску у місці удару визначаємо за формулою:

$$I = \frac{N}{S} = \frac{E}{t \cdot S} = \frac{4 \cdot E}{t \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 39,24}{0,015 \cdot 3,14 \cdot 6^2} = 92,57 \text{ Вт/см}^2,$$

де: t – час удару, одержаний з графіка імпульсу тиску, с; S – площа удару, см^2 .

Використовуючи рівняння (1) і знаючи коефіцієнт затухання, знаходимо інтенсивність на відстані x_1, x_2 від джерела імпульсу тиску.

$$I_1 = I \cdot e^{-2kx_1} = 92,57 \cdot e^{-2 \cdot 0,047 \cdot 7,28} = 46,7 \text{ Вт/см}^2;$$

$$I_2 = I \cdot e^{-2kx_2} = 92,57 \cdot e^{-2 \cdot 0,047 \cdot 12,17} = 29,5 \text{ Вт/см}^2.$$

Відомо, що нижньою межею інтенсивності коливань у нафтонасиченому поровому середовищі, за якої ще можливі зміни фільтрації у пласті, є інтенсивність $0,1 \text{ Вт/см}^2$ [7].

Визначимо відстань, що відповідає інтенсивності $I_3 = 0,1 \text{ Вт/см}^2$.

Перетворивши формулу (1), маємо:

$$x = -\frac{\ln\left(\frac{I_3}{I}\right)}{k} = -\frac{\ln\left(\frac{0,1}{92,57}\right)}{0,047} = 145,33 \text{ м}.$$

Висновки

1 Проведені експериментальні дослідження засвідчили можливість створення в менілітовому пласті пружних коливань інтенсивністю $0,1 \text{ Вт/см}^2$ на відстані до 145 м від джерела коливань за енергії імпульсу тиску в точці удару 39,24 Дж.

2 Експериментально встановлено, що значення коефіцієнта затухання коротких імпульсів тиску в менілітових відкладах нафтових родовищ рівне 0,047.

Результати досліджень можуть бути використані під час розробки нових технологій і обладнання з метою підвищення нафтовилучення з пластів, враховуючи можливість створення в нафтовій свердловині значно більших енергій імпульсів тиску.

1 Патент RU 2163660, МПК 7 Е 21 В 43/16 Спосіб розробки обводненого нефтяного месторождения и устройство для его осуществления / Лопухов Г.П. – № 99112041/03; заявл. 18.12.00; опубл. 27.02.01, Бюл. № 1.

2 Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия / [Дыбленко В.П., Камалов Р.Н. и др.]. – М.: Недра, 2000. – 41 с.

3 Геофизические методы исследования скважин: справочник геофизика [под ред. В.М.Запорожца.]. – М.: Недра, 1983. – 165 с.

4 Дроздов А.Н. Техника для вибросейсмохимического воздействия на призабойную зону / А.Н.Дроздов, Д.Н.Ламбин, А.Г.Молчанов и др.] // Территория нефтегаз. – 2007. – № 2. – С. 44-45.

5 Вплив на пласт-колектор полями змінних тисків / Я.М.Бажалук, В.І.Чистяков: тези науково-практичної конференції [“Стан і перспективи впровадження технологій з інтенсифікації видобутку газу та нафти на родовищах України”], м. Івано-Франківськ, 2002.

6 Шутилов В.А. Основы физики ультразвука: учеб. пособие / Шутилов В.А. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 60 с.

7 Кузнецов О.Л. Применение ультразвука в нефтяной промышленности / О.Л.Кузнецов, С.А.Єфимова. – М.: Недра, 1983. – 63 с.