

УДК 622.276.6

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПРОНИКНОСТІ ПОРОВОГО СЕРЕДОВИЩА ПЛАСТА В УМОВАХ ЗНАКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Я.М. Бажалук¹, О.М. Карпаш², Ю.Д. Волошин², Г.Д. Горванко², Я.Д. Климишин²

¹ НВФ „Інтекс”, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Маланюка, 14/11., 76019, Україна
м. Івано-Франківськ, e-mail yaropolkbazhaluk@gmail.com

² Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
вул. Карпатська, 15, 76019, Україна e-mail: karpash@nung.edu.ua

Процеси фільтрації флюїду в пластах-колекторах, в умовах знакозмінних навантажень пластів при проходженні пружних хвиль з частотами до 100 Гц, вивчені недостатньо. Особливу зацікавленість викликає можливість збільшення при знакозмінних навантаженнях проникності пласта, що є актуальним при розробленні нових технологій освоєння свердловин, інтенсифікації видобутку сланцевого газу, дегазації вугільних пластів і др.

У роботах О. Сизоненко [1], а також Кондрата [2], розглянуто взаємозв'язок пружних характеристик гірських порід, а також поведінку цих порід при статичних, динамічних та інших впливах. Під час імпульсних механічних навантажень продуктивних пластів, через свердловинне середовище, порода пласта буде зазнавати деформації за напрямком діючої сили. Якщо напруження утворені цією силою не перевищують межу пружності, у породі поширюється пружна хвиля тобто поширення пружної деформації з певною швидкістю і відбуваються знакозмінні навантаження пласта заданої частоти і амплітуди. При таких навантаженнях створюються умови для зміни проникності пласта за рахунок зміни реологічних характеристик флюїду, а також зміни внутрішньої питомої поверхні порового середовища. Також зазначається, що відомі моделі фільтрації флюїду у поровому середовищі [3] не враховують достатньо повно взаємодію твердої та рідкої фаз, зокрема подвійного електричного шару в околі поверхні їх контакту. Вказані роботи знаходяться тільки торкаються окремих питань, проте не описують увесь комплекс фізико-хімічних впливів на порове середовище в умовах широкого спектру змін літологічних характеристик продуктивних пластів.

Метою роботи є провести експериментальні дослідження фізико-хімічних процесів які впливають на зміну проникності порового середовища, при його знакозмінних навантаженнях, з метою удосконалення імпульсно-хвильових технологій дії на пласти, а також визначити основні фактори впливу, які приводять до зміни проникності середовища. Вивчення фільтраційних процесів у поровому середовищі під час дії знакозмінних навантажень різних частот та амплітуд на стандартних установках (УПК і др.) є достатньо складною задачею з причини впливу на результати досліджень спектру вібрацій які створюються приводом установок в процесі їх роботи. У зв'язку із вказаним для отримання достовірних результатів в умовах відсутності завод, в ІФНТУНГ спільно з науково-виробничою фірмою «ІНТЕКС» розроблена установка для дослідження проникності порового середовища в процесі імпульсних навантажень керна (рис. 1). Установка складається з: корпусу 1, керна 2, робочої рідини 3, плунжера силового 4, втулки гумової 5, ударника плунжера 6, втулки ущільнюючої 7, п'єзодавача імпульсного тиску 8, манометра 9, насоса 10, генератора імпульсів тиску 11, штуцера з краном 12, мірної ємності 13, персонального комп'ютера 14. З допомогою установки у рідинному середовищі, під час фільтрації робочої рідини через kern 2, створюються імпульси тиску з частотою повторення від 50 Гц - 100 Гц і амплітудою від 0.01 МПа до 5 МПа. Тривалість переднього фронту імпульсів тиску становить 2мс. У якості робочої рідини можливе використання дистильованої води, пластової води, нафтогазоводяних сумішей і ін. Перепад тиску на керні під час фільтрації підтримується з допомогою насоса 10, виготовленого з використанням конструктивних елементів вантажопоршневого манометра, що дає можливість з високою точністю підтримувати задане значення тиску. З допомогою п'єзодавача 8 і персонального комп'ютера 14 контролюється амплітуда імпульсів тиску у рідинному середовищі. Для періодичного вимірювання параметрів вібрації у керні використовується віброметр 795 М107В. Вимірювання параметрів вібрації проводиться шляхом вводу зонда віброметра в штуцер з краном 12 до контакту з керном. Під час імпульсних навантажень керна відбираються проби флюїду із винесеними частинками породи у спеціальні керамічні чашки. Проби із предметними скельцями, вставленими у

чашки, висушуються після чого проводиться їх літолого-петрографічний аналіз. Проведені дослідження дали наступні результати: а) процес зміни проникності як штучного так і природнього кернів під час дії знакозмінних навантажень при частоті навантажень 100 Гц на протязі від 2 до 5-ти хвилин та інтенсивності навантажень 0.7 Вт/см^2 носить стрибкоподібний характер. При певній кількості циклів навантажень проникність різко зростає і в подальшому змінюється незначно. Зміна проникності знаходиться у межах 20-30%. Вказане свідчить про втомне руйнування частини цементу, як матеріалу із найменшими міцнісними характеристиками і як наслідок про збільшення внутрішньої питомої поверхні керна; б) літолого-петрографічні дослідження матеріалу, винесеного під час фільтрації та знакозмінних навантажень із керна, проводились в імерсійних рідинах під мікроскопом із збільшенням у $100\times$. Під час навантажень спостерігається збільшення частинок цементу породи у середньому на 50% у порівнянні із кількістю частинок винесених із керна до навантажень.

У зв'язку із викладеним у подальших дослідженнях необхідно: а) дослідити вплив знакозмінних навантажень на порове середовище із використанням флюїдів із різними реологічними характеристиками; б) дослідити вплив електрокінетичних процесів на швидкість фільтрації у поровому середовищі із додаванням розчинів які змінюють іонний склад флюїду.

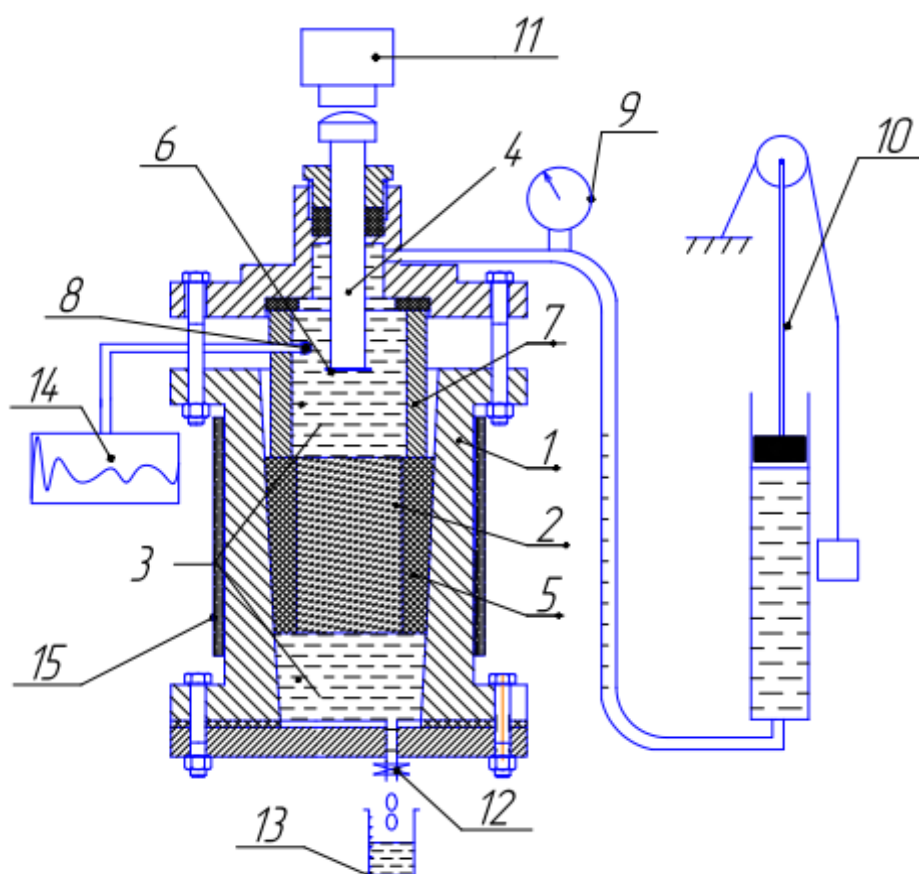


Рис 1 – Установка для дослідження проникності порового середовища в процесі імпульсних навантажень керна

1. Сизоненко О.Н. Влияние высоковольтного электрического разряда на структуру капиллярно-пористых материалов - Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип. 25, частина 1 - Луцьк, 2009, С. 316-325.

2. Жданова О.О., Самедов А.М., Пружні характеристики сланцевих гірських порід, Вісник ЖДТУ, №1(60) 2012, С. 109-116

3 Кондрат Р.М. Рівняння електромагніто механіки пористого насиченого середовища - Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології, Львів, 2005, Вип.1, С. 82-94