



УДК 551.622

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОНИКНЕННЯ ФІЛЬТРАТУ БУРОВОГО РОЗЧИНУ В ПЛАСТ ПРІСНОЇ ВОДИ

Мандрик О.М., Зельманович А.І.

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

Трансконтинентальні магістральні газопроводи з півночі Сибіру через Україну у Західну Європу є екологічно небезпечними об'єктами. Побудовані у 70-80^х роках минулого століття з гарантійним терміном 25 років, газопроводи майже вичерпали свою гарантію безпеки. Тому необхідно виконувати локальний екологічний моніторинг у зоні впливу газопроводів, адже у трубах діаметром 1400 мм при тиску газу 75 атмосфер, значній зношеності металу та при наявності вздовж трас зсувонебезпечних ділянок, зон неотектонічних розломів, складності рельєфу

Україна, як і багато європейських країн, починає відчувати нестачу питної води поверхневих водоймищ чи при поверхневих пластів внаслідок, у першу чергу, її забрудненості, що спонукає до активного освоєння горизонтів підземних вод. Тому, при освоєнні вуглеводневих родовищ свердловинами доводиться розбурювати горизонти питних і мінеральних вод, що є одним із факторів негативного впливу на якість питних вод. Отже, актуальною є проблема захисту підземних питних вод від забруднення при видобуванні нафти і газу.

З метою розвідки і розробки вуглеводневих (нафтових, газових) родовищ розбурюють свердловинами верхні гірські породи, серед яких зустрічаються пласти, насичені підземними питними водами. Для кріплення верхніх нестійких інтервалів геологічного розрізу та ізоляції водоносних пластів від забруднення їх перекривають зацементованою по всій довжині кондукторною колоною обсадних труб.

При буріння під кондуктор відкритий стовбур свердловини взаємодіє із проникним водяним пластом. У свердловині, згідно із технологією буріння, підтримується деякий надлишковий тиск промивної рідини над можливим пластовим тиском у водяному пласті. Внаслідок цієї репресії тиску виникає проникнення фільтрату промивної рідини у водяний пласт, формується кірка твердої фази промивної рідини, настає внутрішньопорова кольматація твердою фазою, а фільтрат змішується із пластовою водою, зумовлюючи її забруднення як технічною водою, так і хімічними реагентами.

Виробничими дослідженнями і спостереженнями встановлено, що для забезпечення стійкості стінок свердловини у водоносному піщаному пласті надлишковий гідростатичний тиск повинен бути на 0,03-0,04 МПа вище пластового тиску, а пізніше експериментами на спеціальній установці був підтверджений цей надлишковий тиск і показано, що окрім осипання може відбуватися загальне обваллення навколостовбурного масиву гірських порід всередину свердловини.

У зоні витіснення фільтрат бурового розчину витісняє прісну воду. Для забурювання стовбура свердловини великого діаметра на 1м³ прісної (технічної) води додається 60-80 кг бентоніту та 1 кг каустичної соди (гідроксиду натрію NaOH) [1]. Густина такого розчину становить 1150 кг/м³, в'язкість за конусною лійкою 100-120 с, рН=10-11, а показник фільтрації, як правило, не контролюється. До 1м³ морської або солоної води (50кг хлористого натрію NaCl на 1м³ прісної води) додають 50кг бентоніту, 2кг каустичної соди та 15-20кг високов'язкої карбоксилметилцелюлози (КМЦ). Якість бентонітових порошків при їх виготовленні підвищують шляхом введення каустичної соди Na₂CO₃ та акрилових полімерів (М-14, метас). Відмітимо, що NaOH відноситься до II класу небезпеки (дуже небезпечний), NaCl, КМЦ, Na₂CO₃ – до III класу (помірно небезпечний), а бентонітовий порошок – до IV класу (малонебезпечний) [2]. Отже, прісна вода в пласті витісняється від свердловини технічною водою з домішками хімічних реагентів різного класу небезпеки.

У гідродинаміці взаємного витіснення рідин відомо дві схеми (моделі) витіснення:

а) поршневого витіснення, коли між витіснявальною і витісняваною рідинами існує чітка межа поділу, попереду якої рухається тільки витіснявана рідина, а позаду тільки витіснявальна; б) непоршневого витіснення, за якого в зоні витіснення одночасно рухаються витіснявальна і витіснявана рідини [3]. Друга схема передбачає наявність двох чи трьох незмішуваних фаз (наприклад, вода і нафта) із можливими фазовими переходами, базується на поняттях фазових проникностей і враховує гідродинамічні, гравітаційні та капілярні сили. За першою і другою схемою, рідини (фази) є одного типу (прісна і солоня вода), відсутній капілярний тиск, рідини необмежено змішуються, відрізняються зокрема мінералізацією, густинами і в'язкістю.

У системі вода- породи активно можуть виникати процеси сорбції, іонного обміну, розчинення, гідратації, гідролізу; склад і кількість речовин у воді безперервно змінюються, тобто процес фільтрації води ускладнюється перенесенням речовин. Перенесення речовин відбувається конвективним (або фільтраційним) потоком води і кондуктивним (або дифузійним) в нерухомій воді молекулярним шляхом [4]. Під час руху водного розчину в неоднорідному (пористому або тріщинуватому) середовищі внаслідок флуктуації величин і напрямків локальних дійсних швидкостей у складній системі пор (хаотично орієнтованих у просторі, змінного перерізу і неправильної форми, з різною шорсткістю поверхні стінок), тріщин і макронеоднорідностей (літологічної – гранулометричної, упаковальної, мінеральної, цементаційної; пористісної, проникнісної, об'ємної товщинної, плошової) [2]

відбувається інтенсивне перемішування частинок розчину, а такий механізм перенесення з накладанням молекулярної дифузії називають конвективною фільтраційною дифузією або гідродинамічною дисперсією (гідродисперсією). Дифузія відбувається під дією градієнтів концентрації, температури, тиску, електричного, магнітного і гравітаційного полів. Аналіз цих явищ показав, що названі процеси (сорбції, розчинення тощо) і дифузійні перенесення (формування "язика" важчої рідини по підшві пласта, "розмазування" межі розділу прісних та солоних вод і т.д.) можна не враховувати, а для практичних розрахунків переміщення фронту витіснення вод можна використати схему поршневого витіснення [4].

Вплив гідродисперсії потоку враховуємо в конфіцієнтах проникності для фільтрату

$$k_b(t) = \frac{kt}{a_5 + b_6 t} \quad (1)$$

і пористості в зоні витіснення

$$m_a = a_7 m (1 - S_{n.a}) \quad (2)$$

де k – коефіцієнт проникності водяного пласта; a_5, b_6 – емпіричні коефіцієнти; m – коефіцієнт пористості водяного пласта; $S_{n.a}$ – насиченість пор зв'язаною і залишковою водою.

Тут m – активна пористість породи, яка являє собою відношення активного у фільтраційному відношенні об'єму пор, заповнених водою і відкритих для фільтрації фільтрату.

Тоді стосовно зони витіснення записуємо втрату тиску

$$\Delta p_a = \frac{Q_{\mu, \rho} (a_5 + a_6 t)}{2\pi h k t} \ln \frac{r_a(t)}{r_c + h_k [1 - \exp(-a_3 t)]} \quad (3)$$

де $r_a(t)$ – зовнішній радіус зони витіснення.

Положення межі витіснення пов'язуємо з часом через рівняння матеріального балансу

$$\int_0^t Q(t) dt = \pi h \{ m_k (r_k^2 - r_c^2) + m_a [r_a^2(t) - r_k^2] \} \quad (4)$$

або при $r_k \approx r_c$

$$\int_0^t Q(t) dt \approx \pi h m_b [r_b(t) - r_c - h_k (1 - e^{-a_3 t})] \quad (5)$$

Отже, за отриманими формулами можна виконати розрахунки втрат тиску в кожній зоні, частки кожної зони за втратою тиску на загальну втрату та оцінити вплив глинистої кірки зони кольматації на втрату фільтрату, загальний об'єм фільтрату, що надійшов у водяний пласт, і його процентне відношення до об'єму води за різної густоти сітки нафтових свердловин.

Літературні джерела

1. Мислюк М.А. Буріння свердловин: Довідник: У 5т. Том 4: Завершення свердловин / М.А. Мислюк, І.Й. Рибчин. - Київ "Інтерпрес ЛТД", 2012.-608 с.
2. Коцкулич Я.С. Бурові промивні рідини: Підручник/ Я.С. Коцкулич, М.І. Оринчак, М.М. Оринчак - Івано-Франківськ: Факел, 2008-500 с.
3. Бойко В.С. Підземна гідрогазомеханіка / В.С. Бойко, Р.В. Бойко-Львів: Априорі, 2007- 452 с.
4. Жернов І.Е. Динаміка поземних вод / І.Е. Жернов. – Київ: Вища школа, 1982. – 324с.

УДК 550.34.06

СЕЙСМОГЕОДИНАМІЧНА АКТИВІЗАЦІЯ БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РАЙОНУ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

Назаревич Л.Є.¹, Ніщименко І.М.¹, Назаревич А.В.², Олійник Г.І.¹

¹ Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону, Україна, 79060, м. Львів, вул. Ярославенка, 27, ел. пошта nazarevych.L@gmail.com

² Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, Україна, 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, ел. пошта nazarevych.a@gmail.com

В останні роки зростає кількість зареєстрованих землетрусів на тих територіях України, які вважалися раніше асейсмічними. Відчутні землетруси у Кривому Розі (2011 р., $M=3,9$), поблизу Бердянська (2006 р., $M=3,2$), в Маріуполі (2016 р., $M=4,8$) і ще ряд землетрусів невеликої сили відбулися на відносно спокійних в сейсмічному плані територіях. Що стосується Передкарпатського прогину (Західний регіон України), тут за період інструментальних спостережень (з 1961 р.) в основному зафіксовані землетруси невеликої сили, за винятком кількох відчутних землетрусів у районі Долини у 1975-76 рр. і на Буковині (район м Чернівці). В останні 20 років (1994-2013 рр.) найбільш сейсмоактивним у Передкарпатті був район м. Надвірної (більше 30 землетрусів) [1], а зараз (2014-2016 рр.) відбулася сейсмічна активізація в районі м. Борислава.

Ця сейсмічність пов'язана з місцевою складовою регіонального геодинамічного та сейсмо-тектонічного процесу, але також може бути техногенно спровокованою (наведеною) і може становити певну загрозу для наявного у цих районах нафтогазового комплексу. Землетруси невеликої сили і пов'язані з ними деформації в масивах порід здатні завдати шкоди як свердловинам, так і трубопроводам. Відомо, що зім'яття обсадних труб і зріз колон свердловин, а також пошкодження