

УДК622.276.6

## ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НИЗЬКОПОРИСТОГО КОЛЕКТОРА НА ЗАСТОСУВАННЯ АКУСТИЧНОГО МЕТОДУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРИПЛИВУ

*І.М. Шевченко, О.В. Леонтів*

*ЧВ УкрДГРІ, Україна, 14000, Чернігів, вул. Щорса, 8, тел. (046-22) 4-10-46,*

*e-mail: chgeol@gl.s.cn.ua*

*Специфическое строение низкопористых коллекторов обуславливает значительное влияние физико-химических свойств на движение по нему флюидов. Количественная оценка указывает на возможность использования акустического метода интенсификации с целью увеличения притока углеводородов*

*Specific construction of lowporosity beds is caused considerable influence of physical-chemical performance on fluids movement. Quantitative estimation indicated on possibility of using of acoustics intensification method for increasing of hydrocarbons influx*

Специфічна будова низкопористих колекторів зумовлює значний вплив фізико-хімічних властивостей на рух по них флюїдів. Цілий ряд особливостей, які покладені в концепцію “низкопористий колектор”, звертають на себе увагу при розгляді показників розкриття та освоєння. До них відносяться капілярний, електрокінетичний ефекти, малообмінні та осмотичні процеси і властивості граничного шару. Також слід звернути увагу на мікро- і макронеоднорідності низкопористого колектора. Мікронеоднорідність полягає у різниці перерізу порового каналу, тобто визначається структурою порового середовища. Макронеоднорідність визначається структурою порового простору і виявляється у зміні відстаней від стовбура свердловини до ділянок, різних за фільтраційно-емкісними характеристиками з глибиною пласта.

Внаслідок прояву вищезгаданих фізико-хімічних властивостей утворені при розкритті низкопористих об'єктів значні зони проникнення фільтрату бурового розчину не завжди розформовуються, через що дебіти їх відновлюються тільки частково. Розуміння механізму взаємодії властивостей порових середовища і простору сприятиме більш ефективному впливу на низкопористий колектор у процесі його освоєння.

Надалі розглядатимемо сукупність фізико-хімічних процесів у низкопористому колекторі через певну ділянку пласта із деякою проникністю, яка характеризує її на певній відстані від свердловини. Це є елементом макронеоднорідності. На мікрорівні неоднорідність зумовлюється різними перерізами порового каналу. Ці порові канали заповнені або вуглеводнями, або фільтратом промивальної рідини. Прояв фізико-хімічних властивостей низкопористого колектора призводить до утворення на стінках порового каналу певного шару рідини, який значно відрізняється від властивостей тієї ж рідини в об'ємі. Цей шар має підвищену міцність зсуву.

Тому за рахунок одних тільки гідродинамічних перепадів тиску подолати його не завжди можливо. Розглянемо механізм взаємодії води із твердими речовинами [1].

Залежно від ступеня вологонасиченості вода в породах перебуває в одному із таких станів:

1) міцнов'язаному (плівкова вода), коли вода на поверхні частинок породи утримується силами електростатичної взаємодії;

2) слабозв'язаному (теж плівкова вода), коли вода утримується на частинках породи у вигляді плівки внаслідок електростатичної взаємодії із частинками води, які безпосередньо прилягають до поверхні частинок породи. Така вода може переміщуватися під дією внутрішніх сил від водяної плівки меншої товщини до більшої. Сила тяжіння на рух плівкової води не впливає;

3) вільному (гравітаційна), коли вода переміщується під впливом земного тяжіння. Це відбувається у тому випадку, коли із зростанням вологості товщина водяної плівки навколо частинок породи настільки збільшується, що сила внутрішнього тяжіння (тобто сила електростатичної взаємодії молекул води із частинками порід) вже не може впливати на частинки води;

4) пароподібному, коли водяна пара переміщується у вільному просторі пор і тріщин під впливом і в напрямі дії температурного поля від більших значень температури до менших.

Розглянемо перші два стани. Вони відповідають тій взаємодії води із породою, яка зумовлена фізико-хімічними властивостями низкопористого колектора. Тобто цей взаємозв'язок відбувається на молекулярному рівні.

Із особливостями молекулярної структури води пов'язана її реакція на вплив електростатичних полів. У молекулі води як позитивно заряджені ядра, так і від'ємні електрони перебувають у безперервному русі, внаслідок чого вони то поглинають, то випускають деякі порції (кванти) енергії. Якщо на них діяти високочастотним полем, то окрема



Таблиця 1 - Результати визначення потужності для подолання напруження зсуву фільтрату залежно від властивостей порового середовища

m	r, 10 <sup>-6</sup> м	a, 10 <sup>-6</sup> м	gradP <sub>k</sub> , МПа/м	N, Вт
0,06	1,17	0,117	155	292,02
0,07	1,365	0,1365	133	293,33
0,08	1,62	0,162	107,7	270,54
0,9	1,96	0,196	82,805	234,01
0,1	2,4	0,24	61,21	192,2

група молекул води "відгукнеться" – їх власні коливання співпадуть із коливаннями поля, що зумовить утворення нових квантів енергії, які можуть значно порушити водневі зв'язки молекул, а отже і всю структуру води. Ці процеси проявляються тим більше, чим більше вміщується солей у воді.

Таким чином, розглядаючи воду із вмістом солей, приходимо до висновку, що фільтрат у поровому середовищі може перебувати у міцнозв'язаному стані. За рахунок утворення однієї депресії вилучити його в процесі освоєння не завжди можливо. Градієнти капілярних сил, які виникають у низькопористому колекторі, за авторськими розрахунками, можуть становити декілька десятків МПа/м. Товщиною плівки, яка утворюється на стінках пор у природних умовах нафтового пласта, за даними Котяхова Ф.І. [2], залежить від розміру пор пласта і в даному випадку становить приблизно 0,1 радіуса пор.

Час, необхідний для проходження дифузії у адсорбованому шарі під дією поля високої частоти, визначасмо за формулою

$$\tau = 2a^2/D, \tag{1}$$

де: a – товщина плівки, м; D – коефіцієнт дифузії, який приймасмо 10<sup>-9</sup> м<sup>2</sup>/с [3]. Потужність, необхідна для подолання напруження зсуву при капілярному градієнті дією поля високої частоти, становитиме роботу, покладену на подолання його за час τ в одному метрі ефективної товщини

$$N = \frac{\text{grad}P_k \cdot r^2}{\tau} 2\pi R^2 m. \tag{2}$$

Підставимо у (2) вираз (1)

$$N = \frac{\text{grad}P_k \cdot r^2}{2a^2} D 2\pi R^2 m = \tag{3}$$

$$\frac{\text{grad}P_k \cdot r^2}{a^2} D \pi R^2 m,$$

Із урахуванням того, що a=0,1r, рівняння (3) набуде вигляду

$$N = \frac{\text{grad}P_k \cdot r^2}{(0,1r)^2} D \pi R^2 m = 100 \text{ grad}P_k D \pi R^2 m \tag{4}$$

Оцінимо наближено потужність, яка необхідна для подолання напруження зсуву фільтрату промивальної рідини на відстані R=10 м.

Звичайно, цей розрахунок проведений без урахування літології породи, поправки на склад фільтрату промивальної рідини. Із таблиці 1 видно, що, чим менша товщина плівки, тим більшу потужність необхідно прикласти для подолання її відриву. В роботі [4] вказується, що межа текучості, яка є функцією товщини граничного шару, дуже швидко збільшується із зменшенням товщини шару. Загалом приходимо до таких висновків:

1. Потужності, які створюються генератором акустичних хвиль, цілком достатні для подолання напруження зсуву на стінці порового каналу.

2. Для збільшення ефективності дії полів високої частоти його необхідно використовувати у комплексі із фізико-хімічними та гідроімпульсивними методами.

### Література

1. Лялько В.И. Вечно живая вода. – К.: Наукова думка, 1972. – 119 с.
2. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. – М.: Недра, 1977. – 287 с.
3. Важнова И.А. Исследование влияния массообмена на фильтрационные процессы: Автореферат на соискание уч.ст. к.т.н. – Баку, 1986. – 13 с.
4. Мархасин И.Л. Физико-химическая механика нефтяного пласта. – М.: Недра, 1977. – 287 с.

