

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИТІСНЕННЯ ГАЗУ ВОДОЮ З ПОРИСТОГО СЕРЕДОВИЩА

9.1 Мета роботи

Вивчення особливостей витіснення газу водою з пористого середовища, впливу капілярних сил на процес формування залишкової газонасиченості та значення кінцевого коефіцієнта газовилучення покладів в умовах водонапірного режиму.

9.2 Теоретична частина

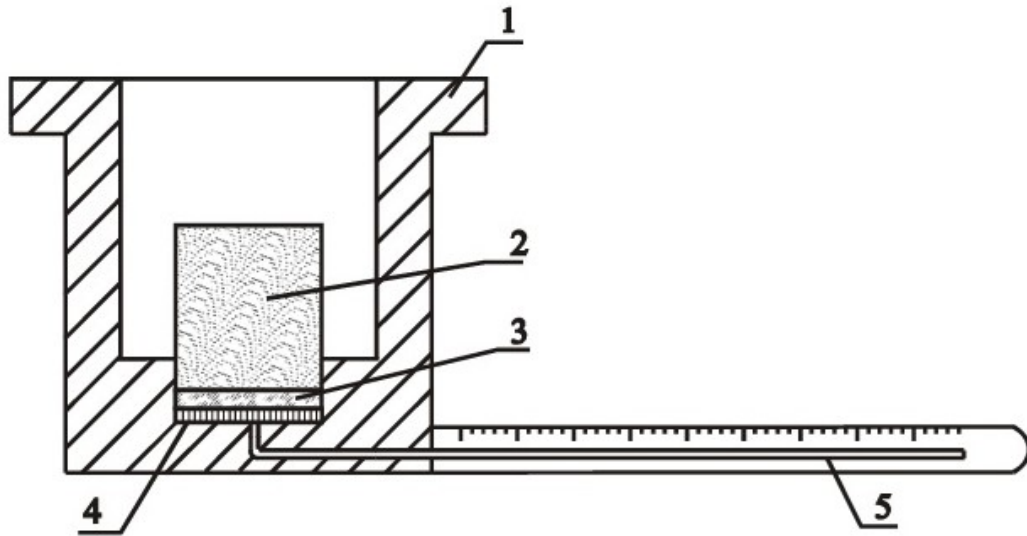
Значна кількість газових і газоконденсатних покладів пов'язана з пластовими водонапірними системами і розробляється в умовах прояву водонапірного режиму. Він характеризується надходженням у поклад у процесі розробки підшовних або крайових вод, зменшенням газонасиченого порового об'єму покладу, обводненням частини видобувних свердловин, неповним витісненням газу водою з пористого середовища та іншими специфічними особливостями.

Для визначення основних показників розробки газового покладу в умовах водонапірного режиму і прогнозуванні кінцевого коефіцієнта газовилучення необхідно мати дані про ефективність витіснення газу водою з пористого середовища. Значення коефіцієнтів витіснення газу водою і залишкової газонасиченості можна отримати за результатами капілярного насичення водою взірців порід – колекторів.

9.3 Обладнання та прилади

На рисунку 9.1 зображена схема лабораторної установки. Прилад для дослідження капілярного витіснення газу водою з пористого середовища складається-

ся з корпусу 1, взірця пісковика 2, шару піску 3, фільтра 4 і капіляра з мірною шкалою 5.



1 – корпус; 2 – взірець пісковика; 3 – шар піску; 4 – фільтр; 5 – капіляр

Рисунок 9.1 – Установка для вивчення ефективності капілярного витіснення газу водою із взірців порід-колекторів

9.4 Порядок виконання роботи та обробка результатів

До початку проведення роботи в корпус приладу обережно заливають дистильовану воду і доводять положення меніска в капілярі до нульової відмітки. Залишок води вибирають з допомогою фільтрувального паперу.

Для дослідів використовується взірець пісковика у вигляді циліндра діаметром і висотою близько 3 см. Досліди можуть проводитися як із сухим взірцем, так і з моделюванням насичення взірця зв'язаною водою. До початку дослідів вимірюють діаметр та висоту взірця, визначають методами фізики нафтового і газового пласта коефіцієнти відкритої пористості, проникності і насиченості взірця зв'язаною водою і зважують взірець.

Під час дослідів підготовлений взірець пісковика (сухий або попередньо насичений зв'язаною водою) обережно ставлять у корпус приладу на шар піску.

У момент початку переміщення меніска в капілярі включають секундомір і фіксують положення меніска в капілярі в різні моменти часу.

Після припинення переміщення меніска в капілярі фіксують час з початку дослідів, виймають взірець пісковика з корпусу приладу, обережно очищують його від піщинок і зважують.

Результати дослідів заносять в таблицю 9.1.

Таблиця 9.1 – Результати дослідів та обчислень

Час t , с	Положення рівня води в капілярі приладу $l(t)$, см	Середня висота підняття фронту води у взірці пісковика h , см	$\sqrt{t}$, с ^{1/2}

9.5 Обробка результатів дослідів

9.5.1 Визначають коефіцієнт залишкової газонасиченості взірця пісковика за формулою:

$$\alpha_3 = 1 - \frac{V_B}{V_{\text{газ.пор.}}} \quad , \quad (9.1)$$

$$\text{де } V_{\text{газ.пор.}} = (1 - S_{\text{зв.в.}}) \cdot m_0 \cdot V_{\text{в.з.}} \quad (9.2)$$

$$V_{\text{в.з.}} = 0,785 \cdot d^2 \cdot H \quad (9.3)$$

$$V_B = \frac{P_2 - P_1}{\rho_B} \quad (9.4)$$

де V_B – об'єм води, яку ввів в вмірник, см^3 ;

$V_{\text{газ.пор.}}$ – об'єм газонасичених пор вмірника, см^3 ;

$V_{\text{в.з.}}$ – об'єм вмірника, см^3 ;

H – висота вмірника, см ; d – діаметр вмірника, см ;

m_0 – коефіцієнт відкритої пористості, частка одиниці;

$S_{\text{зв.в.}}$ – коефіцієнт насиченості вмірника зв'язаною водою, частка одиниці;

P_1 – маса вмірника до проведення досліду, 10^{-3} кг (г);

P_2 – маса вмірника після досліду, 10^{-3} кг (г);

ρ_B – густина води, 10^{-3} кг/м³ (г/см³).

9.5.2 Визначають коефіцієнт витіснення газу водою із вмірника піщаника за формулою:

$$\beta = 1 - \frac{\alpha_3}{\alpha_{\text{поч}}} \quad (9.5)$$

$$\alpha_{\text{поч}} = 1 - S_{\text{зв.в.}} \quad (9.6)$$

де $\alpha_{\text{поч}}$ – коефіцієнт початкової газонасиченості, частки одиниці;

α_3 – коефіцієнт залишкової газонасиченості обводненого зразка, частки одиниці.

9.5.3 Визначають висоту капілярного підняття води в капілярах вмірника піщаника за формулою:

$$h(t) = \frac{H}{L} \cdot l(t) \quad (9.7)$$

де $h(t)$ – висота капілярного підняття води в капілярах вмірника піщаника, см ;

L – загальне переміщення меніска води в капілярі приладу за час дослідів, см;

$l(t)$ – положення меніска води в капілярі приладу в момент часу t , см.

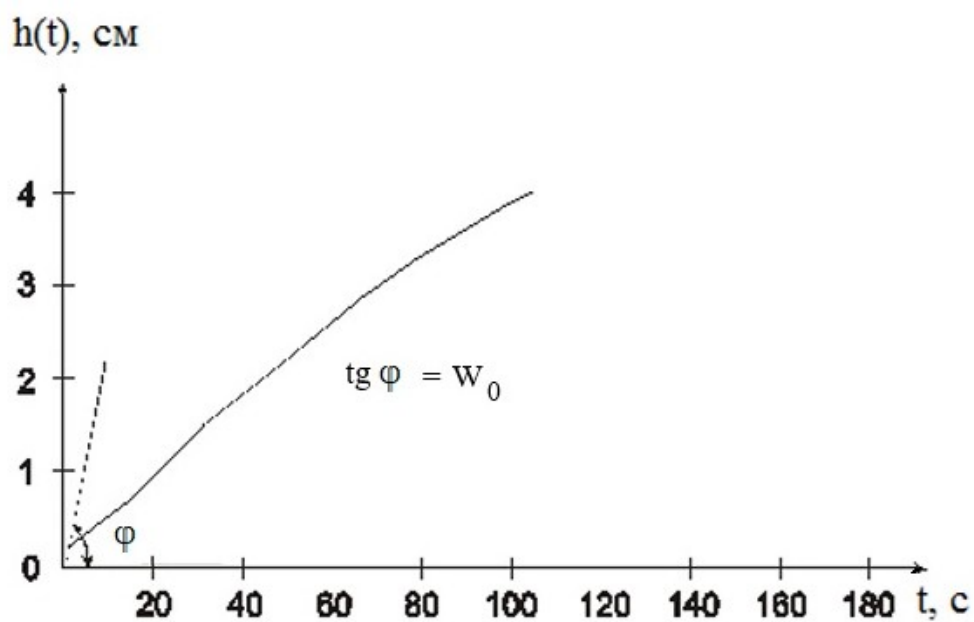
Результати визначення $h(t)$ і $\sqrt{t}$ заносять у таблицю 9.1.

9.5.4 Будують графічні залежності висоти капілярного підняття води у взірці пісковика $h(t)$ від часу t і $\sqrt{t}$.

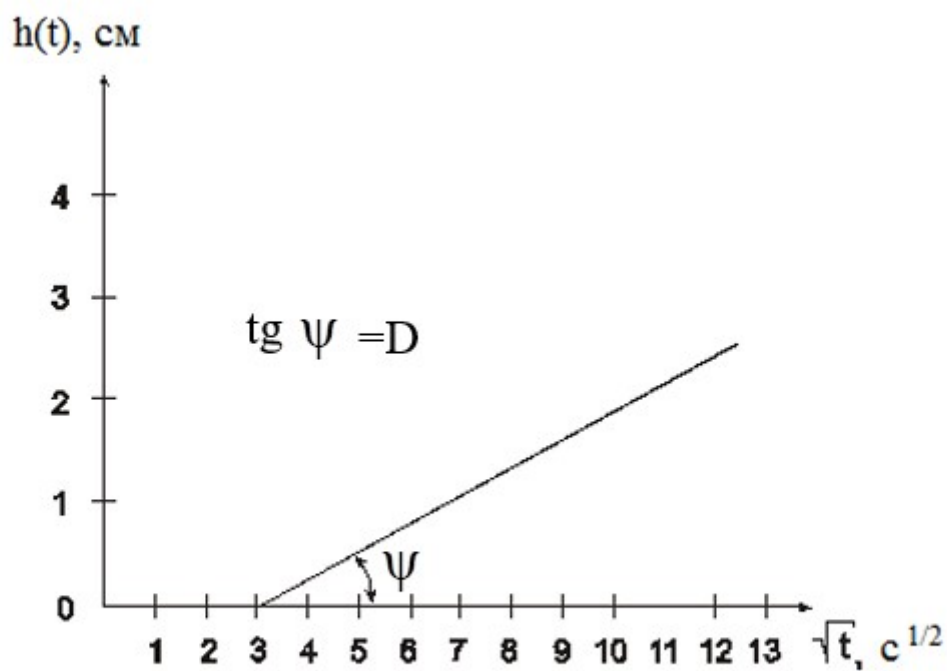
9.5.5 За тангенсом кута нахилу дотичної, проведеної з нульової точки до кривої $h(t) = \varphi(t)$ визначають початкову швидкість капілярного всмоктування води W_0 , а по тангенсу кута нахилу прямолінійної ділянки залежності $h(t) = \psi(\sqrt{t})$ визначають параметр капіляропровідності D .

Параметри W_0 і D характеризують інтенсивність проявлення капілярних сил у пористому середовищі. В реальних умовах капілярні сили мають вирішальний вплив на процес формування залишкової газонасиченості. Параметри W_0 і D взаємопов'язані. Проте перевагу слід віддати параметру капіляропровідності D , оскільки цей параметр є інтегральною характеристикою інтенсивності всмоктування води для взірця в цілому, а початкова швидкість капілярного всмоктування води W_0 характеризує властивості взірця тільки в зоні, близькій до поверхні його контакту із шаром піску в корпусі приладу і не відображає внутрішньої структури порового простору взірця.

Приклади побудови графічних залежностей $h(t) = \varphi(t)$ і $h(t) = \psi(\sqrt{t})$ зображено на рисунку 9.2.



а



б

Рисунок 9.2 – Приклад побудови графічних залежностей $h(t) = \varphi(t)$ (а) і $h(t) = \psi(\sqrt{t})$ (б) і визначення по них W_0 і D .

9.6 Контрольні запитання

9.6.1. Охарактеризуйте режими розробки газових і газоконденсатних покладів.

9.6.2. Наведіть характерні ознаки прояву газового і водонапірного режимів розробки газових покладів?

9.6.3. Охарактеризуйте причини неповного витіснення газу водою з пористого середовища.

9.6.4. Наведіть значення коефіцієнта газовилучення покладів в умовах газового і водонапірного режимів.

9.6.5. Охарактеризуйте методи визначення коефіцієнта залишкової газонасиченості пористого середовища в умовах водонапірного режиму розробки газових і газоконденсатних покладів.

9.6.6. Охарактеризуйте порядок проведення дослідів з капілярного витіснення газу водою із взірця пористого середовища.

9.6.7. Охарактеризуйте порядок обробки результатів дослідів з капілярного витіснення газу водою із взірця пористого середовища.

9.6.8. Якими параметрами характеризується ефективність капілярного витіснення газу водою з пористого середовища, як вони фізично та аналітично пов'язані між собою?

9.6.9. Для вирішення яких задач необхідно мати дані про ефективність витіснення газу водою з пористого середовища?