

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення коефіцієнта абсолютної пористості гірської породи

Тривалість виконання роботи – 2 години.

2.1. Мета роботи: Вивчити методику визначення густини породи пікнометричним способом, густини мінералів, які складають породу, уявну густину породи та розрахувати повну пористість зразка гірської породи.

2.2 Теоретична частина.

Наявність у гірській породі пор (порожнин) характеризується пористістю. Розрізняють абсолютну (повну) і відкриту (ефективну) пористість.

Коефіцієнтом абсолютної пористості $m_{\text{п}}$ називається відношення об'єму всіх наявних у зразку породи пор $V_{\text{п}}$ до об'єму зразка $V_{\text{зр.}}$.

$$m_{\text{п}} = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{зр.}}}, \quad (2.1)$$

Пористість визначається у долях одиниці або у відсотках. Враховуючи, що

$$V_{\text{п}} = V_{\text{зр.}} - V_{\text{з.єр.}}, \quad (2.2)$$

одержимо

$$m_{\text{п}} = \frac{V_{\text{зр.}} - V_{\text{з.єр.}}}{V_{\text{зр.}}} = 1 - \frac{V_{\text{з.єр.}}}{V_{\text{зр.}}}, \quad (2.3)$$

де $V_{\text{з.єр.}}$ – об'єм зерен, що складають породу.

Маса зразка породи практично дорівнює масі її зерен. Тоді формулу (2.3) можна переписати у вигляді:

$$m_{\text{п}} = 1 - \frac{\rho_{\text{зр.}}}{\rho_{\text{з.єр.}}}, \quad (2.4)$$

де $\rho_{\text{зр.}}$ і $\rho_{\text{з.єр.}}$ – відповідно, густина зразка (уявна густина породи) і густина мінералів, що складають породу (густина зерен).

Крім абсолютної і відкритої пористості нафтогазоносною гірською породою, розрізняють так звану корисну пористість (корисну ємність колектора), під якою розуміють об'єм пор, що зайняті нафтою і в яких можливий рух нафти, тобто різниця відкритої пористості і частки об'єму пор, зайнятих залишковою (зв'язаною) водою. Розрізняють статичну і динамічну корисну ємність колектора.

Статична корисна ємність колектора $K_{\text{ст}}$ характеризує об'єм пор і пустот, які можуть бути зайняті нафтою або газом.

$$K_{\text{ст}} = \frac{V_{\text{вп.}}}{V_{\text{зр.}}} - \frac{V_{\text{з.в.}}}{V_{\text{зр.}}}, \quad (2.5)$$

де $V_{\text{вп.}}$ – об'єм відкритих пор (пор, що з'єднуються між собою і із зовнішнім середовищем), м^3 ; $V_{\text{з.в.}}$ – об'єм залишкової води всередині зразка гірської породи, м^3 .

Під динамічною корисною ємністю колектора $K_{\text{дин}}$ розуміють лише той об'єм пор і пустот, через який можливий рух рідини (нафти або води) під дією тієї чи іншої сили, співрозмірної з природними або технічними умовами. Це пояснюється тим, що в пластових умовах в залежності від перепадів тиску, що існують в пористому середовищі, фізичних властивостей рідин, характеру поверхні порід та розміру порових каналів певна частина рідини (нерухомі плівки біля поверхні породи; рідина, що утримується молекулярно-поверхневими силами та за рахунок капілярних явищ) не може вільно рухатися в порах.

Пористість гірської породи залежить від таких факторів:

- 1) взаємного розміщення і укладки зерен;
- 2) форми зерен;
- 3) ступеня відсортованості частинок, що утворюють гірську породу. Ступінь відсортованості визначають за допомогою механічного аналізу і виражають коефіцієнтом неоднорідності.
- 4) кількості цементу;
- 5) тріщинуватості породи;
- 6) наявності каверн і каналів розмивання;
- 7) наявності пор всередині мінеральних зерен.

2.3 Обладнання та прилади

Аналітична вага; електрична плитка або газовий пальник; фарфорова чашка з парафіном; металевий або скляний місток і склянка ємністю 100 мл для зважування зразка у воді; агатова ступка; пікнометр на 50 см³ (100 см³); циліндр для створення водяної бані ємністю 500 см³; тонкий (волосяний) дріт або капронова нитка для підвішування зразка.

2.4 Порядок виконання роботи та обробка даних

Попередньо екстрагований і висушений при 150 °С зразок гірської породи розділяють на дві частини. Більшу з них (об'ємом 3 – 6 см³) очищують від крихких частинок і використовують для визначення $\rho_{\text{зр у}}$ – уявної густини гірської породи.

2.4.1 Визначають масу сухого зразка P_1 , кг.

2.4.2 Підв'язують зразок породи волосяним дротиком або капроною ниткою довжиною 15 – 16 см.

2.4.3 Занурюють зразок породи у розплавлений парафін на 1 – 2 с, тримаючи його за дротик (температура парафіну не повинна перевищувати 60 °С). При утворенні на парафіновій оболонці дефектів, їх усувають нагрітим дротом або повторно занурюють у парафін.

2.4.4 Визначають масу запарафінованого зразка у повітрі P_2 , кг.

2.4.5 Зважують запарафінований зразок у дистильованій воді за схемою, показаною на рис. 1.1, P_3 , кг.

2.4.6 Визначають уявну густину гірської породи :

$$\rho_{\text{зр у}} = \frac{P_1}{\frac{P_2 - P_3}{\rho_{\text{в}}} - \frac{P_2 - P_1}{\rho_{\text{пар}}}} \quad (2.6)$$

де $\rho_{\text{в}}$ і $\rho_{\text{пар}}$ – відповідно, густина води і парафіну, кг/м³.

Дані вимірювань та обчислень для визначення уявної густини гірської породи заносять у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані вимірювань та обчислень для визначення уявної густини гірської породи

	Показники	Позначення	Результати вимірів
1	2	3	4
1	Маса першої частинки породи, кг	P_1	
2	Маса в повітрі першої частинки гірської породи у парафіновій оболонці, кг	P_2	
3	Маса у воді першої частинки гірської породи (запарафінованої), кг	P_3	
4	Маса води, що витіснена запарафінованою гірською породою, кг	$P_B = P_2 - P_3$	
5	Температура води, °C	T	
6	Густина води при 20 °C, кг/м ³	ρ_B	
7	Об'єм запарафінованого зразка гірської породи, м ³	$V_{з\text{ зр}} = P_B / \rho_B$	
8	Густина парафіну, кг/м ³	$\rho_{\text{пар}}$	
9	Маса запарафінованої оболонки, кг	$P_{\text{п}} = P_2 - P_1$	
10	Об'єм парафінової оболонки, м ³	$V_{\text{п}} = P_{\text{п}} / \rho_{\text{пар}}$	
11	Об'єм частинки породи без парафіну, м ³	$V_o = V_{з\text{ зр}} - V_{\text{п}}$	
12	Уявна густина зразка гірської породи, кг/м ³	$\rho_{зр\text{ у}} = P_1 / V_o$	

Другу половинку зразка (маса – 3 – 5 г) використовують для визначення густини зерен породи (густини мінералів) $\rho_{зп}$ у такій послідовності:

2.4.7 Визначають масу чистого висушеного пікнометра ємністю 50 см³, P_1' , кг.

2.4.8 Роздрібнюють у фарфоровій ступці сухий чистий зразок.

2.4.9 Насипають у пікнометр наважку порошку.

2.4.10 Визначають масу пікнометра з зернами P_2' , кг.

2.4.11 Заповнюють пікнометр з зернами на дві третини водою, вміщують у киплячу баню і витримують там до припинення виділення пухирців повітря з породи. Рівень води у пікнометрі доводять до мітки і витримують у водяній бані при 20 °C протягом 30 хвилин.

2.4.12 Виймають з бані пікнометр з зернами і водою і визначають його масу, P_3' , кг.

2.4.13 Пікнометр звільняють від води і зерен, наповнюють дистильованою водою до мітки і після витримки у водяній бані при 20 °C на протязі 30 хвилин визначають його масу P_4' , кг.

2.4.14 Визначають густину мінералів (зерен) $\rho_{з\text{ зер}}$, кг/м³.

$$\rho_{\text{зер}} = \frac{P_2' - P_1'}{P_4' - P_1' - \frac{P_3' - P_2'}{\rho_{\text{в20}}}} \quad (2.7)$$

2.4.15 Приведення об'єму зерен другого зразка до об'єму зерен першого проводиться тому, що у суміжних зразках ваги пропорційні об'ємам:

$$\frac{P_1}{P_2' - P_1'} = \frac{V_{\text{зп}}}{V_{\text{зп}}'}, \quad (2.8)$$

звідки

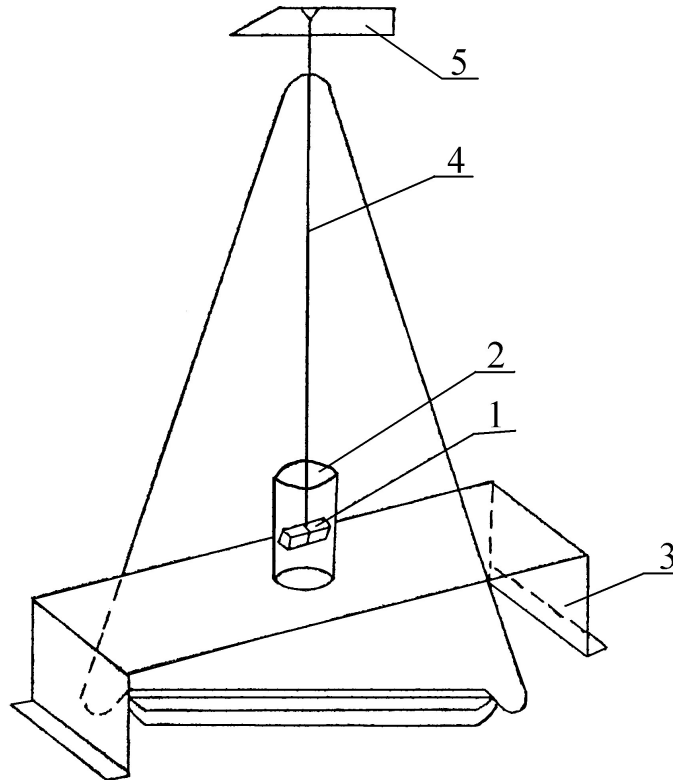
$$V_{\text{зп}} = \frac{P_1}{P_2' - P_1'} \cdot V_{\text{зп}}', \quad (2.9)$$

2.4.16 Визначають дійсну густину зерен породи:

$$\rho_{\text{зп}} = \frac{P_1}{V_{\text{зп}}}, \quad (2.10)$$

Дані вимірювань та обчислень для визначення густини зерен гірської породи і коефіцієнта абсолютної пористості заносять у таблицю 2.2.

Після визначення $\rho_{\text{зр}}$ у та $\rho_{\text{зп}}$ за формулою (2.4) використовуючи дані з таблиць 2.1 і 2.2 визначають коефіцієнт абсолютної пористості гірської породи.



1 – зразок гірської породи; 2 – склянка з рідиною; 3 – підставка (металевий або скляний місток); 4 – капронова нитка або тонкий дріт; 5 – коромисло ваги.

Рисунок 2.1 – Схема зважування зразка гірської породи в рідині

Іноді значення густини зерен гірської породи $\rho_{\text{зер}}$ приймають в діапазоні від 2250 до 2800 кг/м³ (густина піщаника), використовують дані з таблиці 2.1 і за формулою (2.4) визначають коефіцієнт абсолютної пористості гірської породи.

Дані вимірювань та обчислень для визначення густини зерен породи заносять у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані вимірювань та обчислень для визначення густини зерен гірської породи

	Показники	Позначення	Результати вимірів
1	2	3	4
1	Маса пікнометра, кг	P_1'	
2	Маса пікнометра з зернами від другої частини гірської породи, кг	P_2'	
3	Маса зерен породи, кг	$P_3 = P_2' - P_1'$	
4	Маса пікнометра з зернами гірської породи і водою, яка налита у пікнометр до мітки, кг	P_3'	
5	Маса пікнометра з водою, кг	P_4'	
6	Маса води у пікнометрі (без зерен), кг	$P_B = P_4' - P_1'$	
7	Маса води у пікнометрі (з зернами), кг	P_B'	
8	Маса води, що витіснена зернами, або маса зерен у пікнометрі, кг	P_B'	
9	Об'єм води, яка витіснена зернами гірської породи, або об'єм зерен у пікнометрі, м ³	$V_{\text{зп}}'$	
10	Густина мінералів, які складають гірської породи (по другій частині зразка гірської породи), кг/м ³	$\rho_{\text{зер}}$	
11	Об'єм зерен першої частинки гірської породи, м ³	$V_{\text{зп}}$	
12	Дійсна густина зерен гірської породи, кг/м ³	$\rho_{\text{зп}} = P_1/V_{\text{зп}}$	

2.5 Контрольні запитання

2.5.1. Що Ви розумієте під пористістю, коефіцієнтом пористості?

2.5.2. Назвіть види пористості та дайте їм визначення.

2.5.3. Які залежності використовуються для визначення пористості?

2.5.4. У яких процесах, визначеннях використовують значення та поняття пористості?

2.5.5. Від яких факторів залежить пористість гірської породи?

2.5.6. Що розуміють під статичною та динамічною корисною ємністю колектора?

2.5.7. Як, на Вашу думку, можна спростити (прискорити) виконання другої частини лабораторної роботи?

2.6 Рекомендовані джерела інформації:

/1,2,4,6,10/