

Лабораторна робота № 3

Визначення питомої ваги, об'ємної ваги і пористості гірських порід

1. Мета роботи

1.1. Ознайомитися з методикою визначення питомої й об'ємної ваги, щільності і пористості гірських порід шляхом самостійного встановлення їх способом гідростатичного зважування і за допомогою пікнометра.

Гідростатичне зважування – зважування у воді.

Пікнометр – мірна колба постійного об'єму.

1.2. Визначити сферу застосування вищенаведених параметрів у гірничому виробництві.

2. Загальні відомості

Щільність, пористість, питома та об'ємна вага – це фундаментальні властивості гірських порід, що використовуються при розрахунках обсягів видобутку, розпушування, екскавації, збагачення, транспортування, складування корисних копалин і багатьох інших розрахунків.

Показник щільності також входить у розрахункові формули при обчисленні швидкостей повздовжніх і поперечних хвиль при визначенні акустичних і пружних параметрів гірських порід.

Щільність ρ – маса твердої фази гірської породи m , що міститься в одиниці об'єму $V_{об}$

$$\rho = \frac{m}{V_{об}}, \text{ г/см}^3, \text{ кг/м}^3, \text{ т/м}^3, \quad (3.1)$$

де $V_{об}$ – об'єм досліджуваного зразка з урахуванням пор і пустот.

Питома вага γ_n – вага мінерального скелета гірської породи, що міститься в одиниці об'єму $V_{ск}$:

$$\gamma_n = \frac{P}{V_{ск}}, \quad (3.2)$$

де P – вага досліджуваного зразка породи; $V_{ск}$ – сумарний об'єм мінералів, що складають гірську породу (без об'єму пор і пустот між мінералами).

Об'ємна вага $\gamma_{об}$ – вага сухої породи в її природному стані, що міститься в одиниці об'єму $V_{об}$:

$$\gamma_{об} = \frac{P}{V_{об}}. \quad (3.3)$$

За одиницю вимірювання величини питомої ваги γ_n та об'ємної ваги $\gamma_{об}$, як параметрів, обумовлених силою гравітаційного поля, прийнята одиниця маси, що міститься в одиниці об'єму. Для оцінки кількості речовини розраховують щільність ρ та об'ємну масу $\rho_{об}$.

При визначенні *щільності* як основної системної одиниці виміру враховується та обставина, що маса тіла завжди залишається постійною незалежно від його місцезнаходження, тоді як вага, і, відповідно, питома вага тіла, може досить істотно змінюватися в міру зміни прискорення сили ваги g .

Об'ємна маса – маса одиниці об'єму сухої породи в її природному стані без порушення структури (при даній пористості) має розмірність – $г/см^3$, $кг/м^3$, $т/м^3$.

Питома вага породи і її щільність зв'язані співвідношенням

$$\gamma_n = \rho \cdot g, \quad (3.4)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Пористість n – це відносний об'єм пор та пустот в одиниці об'єму, або сукупність вільного простору в одиниці об'єму. Розрізняють загальну $n_{заг}$ та ефективну $n_{еф}$ пористості.

Ефективна пористість – відносний об'єм відкритих пор, по яких циркулюють розчини і газу.

Загальна пористість – відносний об'єм усіх пор, що є в одиниці об'єму породи.

Загальну пористість можна знайти, знаючи питому й об'ємну вагу породи:

$$n_{заг} = \frac{\gamma_n - \gamma_{об}}{\gamma_n} \times 100 \%. \quad (3.5)$$

Найбільш розповсюдженими методами дослідження щільності гірської породи є *безпосереднє обмірювання* і *гідростатичне зважування*.

Обмірювання виконується в тому випадку, коли зразки мають правильну геометричну форму. Маса сухого зразка визначається зважуванням після висушування його при температурі не вище 105°C протягом 24 годин. Щільність розраховується з точністю до $0,02 \text{ г/см}^3$.

Гідростатичне зважування застосовується для зразків будь-якої форми. Для цього зразки вишліфовуються з метою видалення нерівностей, потім висушуються до постійної маси і зважуються вологими в повітрі і потім гідростатичним методом у скляній посудині з рідиною, якою насичений зразок. Розрахунок виконується за формулою:

$$\rho = \frac{m_c}{m_H - (m_{рід} - m_{др})} \cdot (Q \cdot t - \lambda), \quad (3.6)$$

де m_c - маса сухого зразка, $г$; m_H - маса насиченого зразка, $г$; $m_{рід}$ - маса зразка в рідині, $г$; $m_{др}$ - маса дроту, що використовується при гідростатичному зважуванні, $г$; $(Q \cdot t - \lambda)$ - поправка на різницю температур і на зважування в повітрі. Для звичайних кімнатних температур ($18-22^{\circ}\text{C}$) поправка дорівнює $0,997$.

При встановленні об'ємної і питомої ваги методом гідростатичного зважування зразки порід необхідно покрити парафіном (якщо вони вбирають

вологу), щоб не змінився природний об'єм зразка і його вага. При цьому кількість та вага парафіну, що пішов на парафінування, враховують шляхом зважування зразка до і після парафінування.

Під час видобутку корисних копалин, при відділенні від масиву або роздробленні порід відбувається їх розпушення, яке супроводжується зміною об'єму. Ця властивість порід враховується коефіцієнтом розпушення:

$$K_p = \frac{V_p}{V_m}, \quad (3.7)$$

де V_p , V_m – об'єм матеріалу в розпушеному стані та в масиві.

Коефіцієнт розпушення, завжди, більше одиниці. Для вугілля і породи він змінюється от 1,5 до 2,5.

3. Обладнання і матеріали

1. Досліджуваний зразок гірської породи (зразок вкритий парафіном).
2. Здрібнений порошок досліджуваного зразка гірської породи.
3. Пікнометр.
4. Технічні ваги.
5. Скляна посудина для води, у якій роблять гідростатичне зважування.

4. Порядок виконання роботи

Зразки породи видаються покриті парафіном з метою запобігання вбирання вологи зразком при зануренні його у воду (для спрощення розрахунків об'єм і вага парафіну в лабораторній роботі не враховується).

Результати зважування заносять в табл. 1, а всі розрахунки із зазначенням розмірностей – у зошит.

4.1. Визначення об'ємної ваги методом гідростатичного зважування

4.1.1. Спочатку визначають масу m_1 запарафінованого зразка у повітрі шляхом зважування його на вагах з точністю до 0,01 г.

4.1.2. Скляну посудину з водою встановлюють на підставку. Зразок підвішують за нитку до коромисла терезів (рис. 3.1) так, щоб не було дотику зразка із посудиною. Після цього зразок зважують у воді, визначаючи його масу m_2 .

Після першого зважування була визначена маса зразка у повітрі m_1 , а після другого – маса зразка, зануреного у воду – m_2 .

Зменшення маси зразка у воді пов'язано з дією сили, що виштовхує і дорівнює вазі (масі) рідини, яка витиснута зразком (закон Архімеда).

Об'єм зразка розраховується за формулою:

$$V_{\text{зразка}} = \frac{m_1 - m_2}{\rho_{\text{рідини}}}. \quad (3.8)$$

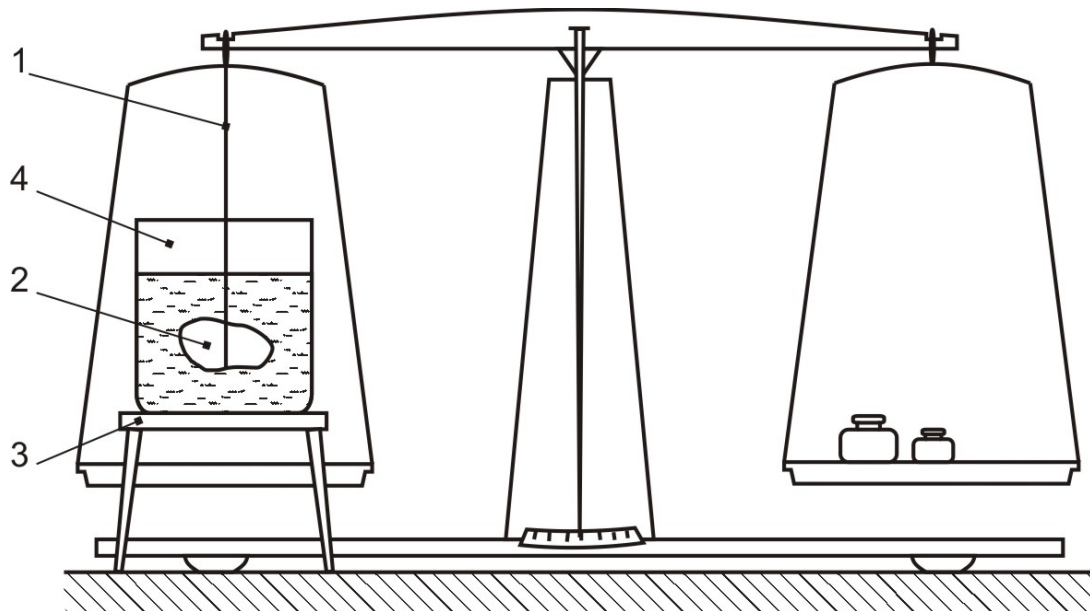


Рис. 3.1. Прибор для зважування зразка породи у воді:
1 – нитка; 2 – зразок породи; 3 – підставка; 4 – посудина з водою

Щільність води дорівнює, приблизно, об'ємній вазі і складає 1 г/см^3 .
Таким чином

$$V_{\text{зразка}} = m_1 - m_2. \quad (3.9)$$

Об'ємну вагу за методом гідростатичного зважування розраховують за формулою:

$$\gamma_{\text{об}} = \frac{m_1}{V_{\text{зразка}}}, \text{ г/см}^3. \quad (3.10)$$

4.2. Визначення питомої ваги за допомогою пікнометра

4.2.1. Визначають масу сухого пікнометра m_3 з точністю до 0,01 г.

4.2.2. Здрібнений порошок досліджуваної породи зважують і записують до табл. 3.1. – маса порошку m_4 .

В даній роботі використовується до 15-20 г піску, що імітує здрібнену до стану порошку породу.

Далі здрібнений порошок досліджуваної породи зберігають на папері.

4.2.3. Пікнометр заливають дистильованою водою до мітки, орієнтуючись по нижньому меніску, протирають досуха його зовнішню поверхню фільтрувальним папером і встановлюють масу m_5 .

4.2.4. Далі, приблизно половину води з пікнометра виливають і засипають здрібнений порошок, маса якого була визначена у пункті 4.2.2. Ретельно перемішують, струшуючи пікнометр, з метою видалення бульбашок повітря з порошку.

4.2.5. Доливають воду в пікнометр до мітки (бажано за допомогою піпетки) і зважують його з водою і порошком породи, визначаючи масу m_6 .

Маса води зменшилась на величину, що дорівнює добутку питомої ваги води $\gamma_{\text{в}}$ на об'єм, витиснутий порошком (мінеральним скелетом) $V_{\text{ск}}$.

Таким чином, беручи до уваги, що $\gamma_e = 1 \text{ г/см}^3$, вираз

$$V_{СК} = m_5 + m_6 - m_7 \quad (3.11)$$

дозволяє точно розрахувати об'єм мінерального скелета порошку.

4.2.5. З урахуванням формул (3.2), (3.11) одержуємо:

$$\gamma_n = \frac{m_6}{m_5 + m_6 - m_7}. \quad (3.12)$$

5. Визначення загальної пористості

За формулою (5) визначаємо загальну пористість досліджуваної породи:

$$n_{заг} = \frac{\gamma_n - \gamma_{об}}{\gamma_n} \times 100 \%$$

Результати лабораторних досліджень заносять до табл. 3.1

Таблиця 3.1

Результати визначення об'ємної і питомої ваги породи

Маса зразка в повітрі, $m_1, \text{г}$	Маса зразка у воді, $m_2, \text{г}$	Об'єм зразка, $V_{зразка}, \text{см}^3$	Об'ємна вага, $\gamma_{об}, \text{г/см}^3$	Маса сухого пікнометра, $m_3, \text{г}$	Маса порошку (мінерального скелету зразка), $m_4, \text{г}$	Маса пікнометра з водою $m_5, \text{г}$	Маса пікнометра з порошком, $m_6, \text{г}$	Маса пікнометра з водою і порошком $m_7, \text{г}$	Питома вага, $\gamma_n, \text{г/см}^3$

Увага! Переведення розмінностей об'ємної ваги г/см^3 в інші розмірності:

1) у кг/м^3 : $\text{г} \times 10^{-3}/\text{см}^3 \times 10^{-6} = 1/10^{-3} = 10^3 \text{ кг/м}^3$

2) у т/м^3 : $\text{г} \times 10^{-6}/\text{см}^3 \times 10^{-6} = 1 \text{ т/м}^3$

7. Контрольні запитання до лабораторної роботи № 3

1. Назвіть щільнісні властивості гірських порід.
2. Для яких цілей необхідно знати щільнісні властивості гірських порід?
3. Що називається питомою вагою гірських порід?
4. Що називається об'ємною вагою гірських порід?
5. Яка вага більше, об'ємна чи питома? Чому?
6. Які розрізняють види пористості?
7. Що таке загальна пористість?
8. Що таке ефективна пористість?
9. Дайте визначення закону Архімеда і наведіть приклад використання його в даній роботі.
10. У чому полягає ідея методу гідростатичного зважування? за допомогою пікнометра?

11. Що таке кут природного укоосу?
12. Що таке коефіцієнт розпушення?
13. **Задачі**

1. За зміну з лави видобуто 123 вагонетки вугілля. Коефіцієнт розпушення дорівнює 2. Питома вага вугілля $1,4 \text{ г/см}^3$. Місткість вагонетки 2 м^3 . Скільки тон вугілля видобуто за зміну?

2. Потужність пласта, що відпрацьовується, складає, $1,3 \text{ м}$. За зміну вибій лави перемістився на $0,7 \text{ м}$. Довжина лави 170 м . Вагон типу ВГ-2,5. Коефіцієнт розпушення $1,8$. Скільки необхідно вагонеток, щоб перевезти видобуте за зміну вугілля.

3. За умовами задачі 2 визначити видобуток вугілля за зміну в тонах. Питома вага вугілля дорівнює $1,53 \text{ г/см}^3$.

4. Визначити об'єм відбитої гірської маси у кар'єрі, якщо висота уступу дорівнює 14 м , довжина 70 м , ширина 22 м . Коефіцієнт розпушення $1,9$. Скільки автосамоскидів необхідно для перевезення гірської маси, якщо місткість кожного 8 м^3 ?