

Лабораторна робота № 2

Визначення повного опору породи зрушенню (показника зчеплення і кута внутрішнього тертя)

1. Мета роботи

Вивчити метод визначення межі міцності порід на зсув (зріз) на прикладі випробування декількох зразків і скласти паспорт міцності.

2. Загальні відомості

Міцність породи при зсуві є опір зсуву, який залежить від двох фізичних факторів: *внутрішнє тертя і зчеплення*.

Внутрішнє тертя це результат взаємодії між мінеральними частками при деформації, пропорційну нормальному напруженню від зовнішнього навантаження.

Зчеплення становить ту частину опору зрушенню, що не пов'язане з напруженням від зовнішнього навантаження, а визначається тільки молекулярними і структурними зв'язками. *Зчеплення є величиною постійною для даної породи*.

Повний опір зрушенню τ виражається у вигляді суми внутрішнього тертя $\sigma_n \cdot \operatorname{tg}\varphi$ і зчеплення C :

$$\tau = \sigma_n \cdot \operatorname{tg}\varphi + C, \quad (2.1)$$

де $\operatorname{tg}\varphi$ - коефіцієнт тертя; φ - кут внутрішнього тертя.

Коефіцієнт внутрішнього тертя $\operatorname{tg}\varphi$ - коефіцієнт пропорційності між приростом руйнуючих нормальних та дотичних напружень.

Рівняння (2.1) містить дві невідомі величини C і φ . Для його розв'язання необхідно як мінімум випробувати два зразки при різних умовах навантаження (при двох різних кутах зрізу) і тоді отримаємо систему двох рівнянь, що може бути розв'язана.

Для випробувань використовують спеціальні сталеві матриці (рис. 2.1), у які поміщують зразок і виконують навантаження під пресом до руйнування зразка.

Оскільки матриці створюють умови, що наближають руйнування зразка до умов *чистого зрушення* (тобто деформації зрушення, що відбуваються при однорідному напруженому стані) на похилій площині, руйнівна сила P (тиск преса) може бути розкладена на дві складові – *нормальну і дотичну* (рис. 2.1).

3. Порядок виконання роботи

Зразок за схемою, що наведена на рис. 1, розміщують у матриці під прес і навантажують до руйнування, фіксуючи по манометру значення максимального тиску в гідросистемі преса (a , кг/см^2).

Обчислюють руйнівну силу P :

$$P = a \cdot 50 \cdot b \text{ при куті зрізу } 35^\circ;$$

$$P' = a' \cdot 50 \cdot b \text{ при куті зрізу } 55^\circ,$$

де a – показник манометра; b - поділка шкали манометра; 50 – площа поршня преса, $см^2$.

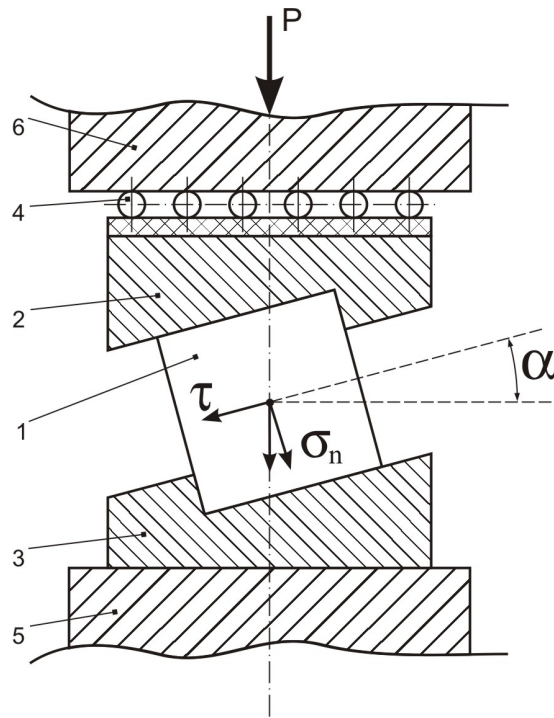


Рис. 2.1. Схема випробування: 1 – зразок породи; 2 – верхня сталева вставка; 3 – нижня сталева вставка; 4 – шарнірна вставка; 5 – опорна плита; 6 – давильна плита

Розраховують нормальні σ_n і дотичні τ напруження з урахуванням кута нахилу зразка в матрицях (матриці мають кути нахилу 35^0 і 55^0).

При зрізі під кутом 35^0 :

$$\sigma_n^{35} = \frac{P}{S} \cos 35^0; \quad (2.2)$$

$$\tau_n^{35} = \frac{P}{S} \sin 35^0; \quad (2.3)$$

При зрізі під кутом 55^0 :

$$\sigma_n^{55} = \frac{P'}{S} \cos 55; \quad (2.4)$$

$$\tau_n^{55} = \frac{P'}{S} \sin 55; \quad (2.5)$$

де S – площа поперечного перерізу зразка ($S = 25 \text{ см}^2$).

Таким чином, після двох випробувань можна скласти систему з двох рівнянь:

$$\tau^{35} = C + \sigma_n^{35} \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.7)$$

$$\tau^{55} = C + \sigma_n^{55} \operatorname{tg} \varphi.$$

Розв'язання цієї системи рівнянь дозволяє обчислити φ і C :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\tau^{35} - \tau^{55}}{\sigma_n^{35} - \sigma_n^{55}}. \quad (2.8)$$

Після підстановки $\operatorname{tg}\varphi$ в одне з рівнянь (7), обчислюють

$$C = \tau - \sigma_n \cdot \operatorname{tg}\varphi. \quad (2.9)$$

Для контролю значення величини C обчислюють і з другого рівняння системи (7). Якщо експерименти проведені вірно, то обидва значення C будуть однаковими.

Обчислюють розрахункову величину межі міцності на одноосьовий стиск

$$R_{cm} = 2 \cdot C \cdot \operatorname{ctg}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right). \quad (2.10)$$

За значеннями C , φ , R_{cm} , які отримані з експериментів, складають паспорт міцності (рис. 2.1).

Паспортом міцності називається дотична, проведена до кола максимальних дотичних напружень (у даному випадку $\tau_{\max} = \frac{R_{cm}}{2}$) під кутом, що дорівнює куту внутрішнього тертя з урахуванням значення зчеплення (C) породи.

Усі розрахунки роблять у зошиті, а значення розрахованих величин заносять у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Результати випробувань зразків породи на зрушення (зріз)

Кут нахил у матриці	Показання манометра, a , $\text{кг}/\text{см}^2$	Руйнівна сила P , кг	Площа зрізу зразка, см^2	Дотичне напруження τ , $\text{кг}/\text{см}^2$	Нормальне напруження σ_n , $\text{кг}/\text{см}^2$	Кут внутрішнього тертя, φ , град.	Показник зчеплення C , $\text{кг}/\text{см}^2$
35°							
55°							

Розрахунки допускаються як у системі СІ, так і в технічній системі одиниць.

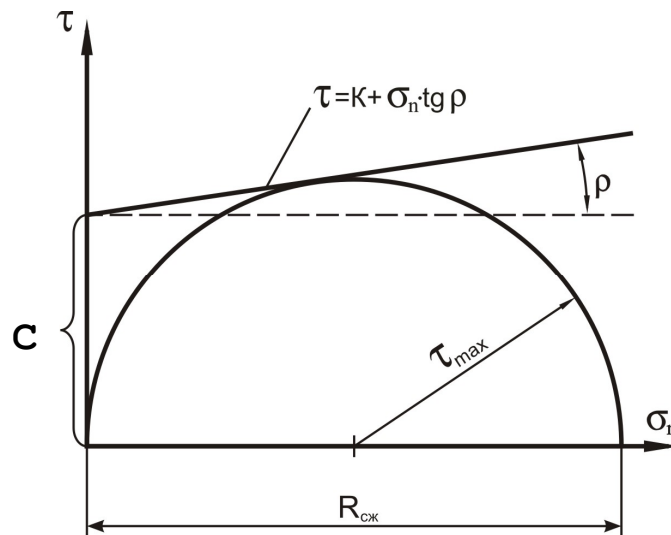


Рис. 2.1. Приклад побудови паспорту міцності

Контрольні питання до лабораторної роботи № 2

1. Які фізичні параметри є характеристикою міцності при зрушенні?
2. Що таке внутрішнє тертя і за якою формулою його можна розрахувати?
3. Що являє собою коефіцієнт тертя?
4. За якою формулою можна визначити кут внутрішнього тертя?
5. Що таке зчеплення?
6. У чому складається фізична відмінність зчеплення від внутрішнього тертя?
7. Чому дорівнює повний опір зрушенню?
8. Як розраховують нормальні і дотичні напруження?
9. З якою метою випробування зразків проводять при різних кутах зрізу?
10. Як обчислюють величину межі міцності на одноосевий стиск?
11. Що називається паспортом міцності?
12. Що характеризує загальна точка, що належить дотичній і кола максимальних дотичних напружень на паспорті міцності?
13. Наведіть визначення поняття «паспорт міцності рідини»?
14. Побудуйте паспорт міцності гірської породи.
15. За яких умов починається процес зсуву (зріз) гірської породи?