

УДК 622.24

Дубина А.В., студент гр. 185м-21-1 ФПНТ

Науковий керівник: Коровяка Є.А., к.т.н., зав. кафедри НГІБ

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Продуктивність буріння при правильно вибраних способі та породоруйнівному інструменті для даного комплексу порід залежить від параметрів режиму буріння. При розробці технології буріння для кожного інтервалу геологічного розрізу свердловини проектується параметри режиму буріння: осьове (або питоме) навантаження на породоруйнівний інструмент; частота обертання бурового снаряда; витрата очисного агента або його кількість. Основою раціонального вибору бурового інструменту для спорудження свердловин виступає відомості про механічні властивості перебудованих порід [1].

Механічні властивості гірських порід, що характеризують їх поведінку при впливі деформаційних навантажень, поділяються на такі: пружні, пластичні, міцнісні та реологічні.

Факторами, що визначають фізичні властивості порід, є їх мінералогічний склад та будова. Властивості, які характеризують щільність порід і корисних копалин необхідні при розрахунку запасів мінеральної сировини в надрах, продуктивності гірничого обладнання транспортних засобів і т.д.

Міцність гірських порід великою мірою залежить від мікро- та макродефектів будови, основними характеристиками яких є тріщини, борозни ковзання, дзеркальні поверхні, контакти шарів.

З породоутворюючих мінералів одним із найміцніших є кварц. Тому гірські породи, що містять кварц, характеризуються підвищеною міцністю. Низьку міцність мають породи, які містять слабкі мінерали, наприклад, каолінит, хлорит, слюду.

Міцність зцементованих порід визначається міцністю як цементу (матриці), так і заповнювача.

Гірські породи достатньо задовільно чинять опір напругам стискування і значно гірше – напругам розтягування. Межі міцності при розтягуванні для більшості порід у 8 - 10 разів менші, ніж при стисканні.

Пружні властивості визначають поведінку порід лише в межах пружної зони, тобто при навантаженнях, після зняття яких порода повертається у вихідний стан. Пружні порушення, що виникли в породах під впливом короткочасних імпульсів, здатні поширюватися за об'ємом порід.

Пластичні властивості порід виявляються при навантаженнях, що перевищують межу пружності породи, після зняття яких порода вже не повністю відновлює вихідну форму та розміри. Міцнісні властивості визначають величини руйнівних навантажень у породах [2].

Реологічні властивості дозволяють оцінити зміни деформацій, напруги та перерахованих вище механічних параметрів порід у часі – при тривалих впливах навантажень.

Основними механічними процесами у твердих тілах є їх деформування та руйнування. Зовнішні навантаження, що впливають на породу, викликають зміну її лінійних розмірів, об'єму чи форми. Ці зміни характеризуються двома видами деформацій: лінійною та деформаціями зсуву.

Величини та характер деформацій залежать від величини та характеру діючих навантажень. При досягненні цими навантаженнями межі міцності відбувається

руйнування породи. Тому деформації, за яких відбувається руйнування зразка породи, називаються руйнівними, а деформації, які не призводять до руйнування – неруйнівними. Останні, у свою чергу, поділяються на пружні та пластичні деформації.

Після зняття зовнішніх навантажень під дією накопиченої в тілі потенційної енергії пружні деформації зникають і тіло набуває початкової форми.

Пластичні деформації після зняття навантаження не зникають, розміри та форми тіла не відновлюються.

За характером деформацій гірські породи можна розділити на пружно-крихкі (кварцити), пружно-пластичні (роговики) та пластичні (мармур) [1].

Міцнісні властивості мінералів прийнято оцінювати за показником твердості.

В даний час широко поширений метод вимірювання твердості вдавленням в поверхню випробуваного тіла твердішого стандартного індентора до отримання пластичного відбитка (метод Шрейнера).

Суть методу Л.О. Шрейнера зводиться до наступного. Якщо при визначенні твердості пластичних тіл задається навантаження, а вимірюється площа або глибина отриманого під індентором відбитка, то для гірських порід слід задати площу контакту та вимірювати навантаження на індентор, під дією якого відбуваються деформування та руйнування породи. Випробування ведуться за дуже малої швидкості навантаження штампу, у літературі широко використовується інша назва методу – метод статичного вдавлення штампу.

Метод вдавлення штампу дозволяє не тільки визначити твердість гірських порід, але й оцінювати їх пружні та пластичні характеристики на невеликих зразках гірських порід та на кернах, що витягуються у процесі буріння свердловин з різних глибин залягання.

Для випробування гірських порід застосовується спеціальна установка УМГП - 3 з автоматичним записом графіка залежності навантаження на штамп від його занурення.

Для визначення механічних властивостей гірських порід методом вдавлення штампу необхідно застосовувати зразки висотою 30 - 50 мм та діаметром 40 - 60 мм. Ці зразки повинні мати дві плоско-паралельні шліфовані поверхні.

Штампи виготовляються з інструментальної сталі з наступним загартуванням або з твердого сплаву [2].

Установка УМГП - 3 розрахована на навантаження 0 - 0,98; 0 - 2,45; 0 - 4,9 та 0 - 9,81 кН. При випробуваннях на одній стрічці записується кілька графіків, знятих у різних місцях зразка, що дозволяє судити про однорідність зразка та спостерігати за розкидом значень. Штамп у зразок породи вдавлюється до тих пір, поки при деякому навантаженні не відбудеться крихке руйнування породи під штампом або не буде досягнуто граничної величини застосування.

Методика визначення механічних властивостей гірських порід з діаграм деформації полягає в наступному. Графіки деформацій, побудовані осях «навантаження - відносна деформація» є вихідним матеріалом визначення багатьох характеристик механічних властивостей гірських порід.

Твердість гірської породи (твердість за штампом) є межею місцевої міцності на вдавлення і виражається навантаженням на одиницю площі штампу, при якій закінчуються пружні та пластичні деформації, що завершуються повним крихким руйнуванням породи під штампом.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г.; НТУ «ХПІ», ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2018. – 415 с.
2. Буріння свердловин. Навчальний посібник. Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". - Дніпро: НТУ "ДП", 2021. - 294 с.