

## Тема 1.5 Гірський тиск та його прояв в гірничих виробках

### План

1 Прояви гірського тиску у одиночній виробці

2 Гірський тиск в підготовчих виробках

#### 1 Прояви гірського тиску у одиночній виробці

В земній корі шари порід, що залягають вище, своєю масою тиснуть на породи, що знаходяться нижче, а останні чинять опір цьому тиску. Таким чином, в недоторканому масиві, тобто до проведення виробки, гірські породи знаходяться в об'ємному **рівноважному напруженому стані**.

Зазвичай вважається, що напруження зумовлені тільки щільністю товщі порід, а масив умовно розглядається як однорідний та ізотропний. Будь-яка частинка породи сприймає тиск не тільки зверху і знизу, але й з боків. Це викликає появу в ній рівних за величиною, але протилежних за напрямом внутрішніх сил, що називаються **силами пружності**.

Основним, чи первинним, фактором, завдяки якому створюється початкове поле напружень, є сили гравітації. В переважній більшості умов вертикальна компонента напружень перебільшує горизонтальні, але в деяких районах земної кулі існує аномальний розподіл напружень, коли бокові напруження в 2–5 разів більше вертикальних завдяки тектонічним процесам.

До проведення гірничої виробки шари гірських порід щільно прилягають один до одного (знаходяться в природному зв'язку), причому кожний з них витримує навантаження шарів, що знаходяться вище. При проведенні гірничої виробки ця рівновага порушується, настає **перерозподіл напруг навкруг гірничої виробки**.

Розглянемо досить малий об'єм породного масиву у формі куба зі стороною, рівною одиниці, що знаходиться на глибині  $H$  від поверхні землі (рис. 1.). Об'ємна вага порід, що залягають вище, дорівнює  $\gamma$ . У пружному масиві горизонтальні і вертикальні напруження зв'язані співвідношенням:

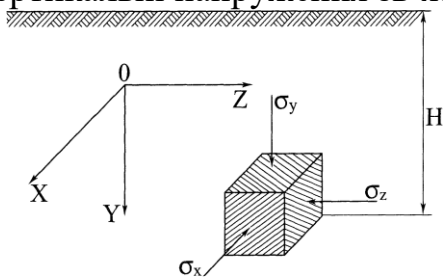


Рис. 1 - Розрахункова схема для визначення початкового напруженого стану породного масиву

$$\sigma_x = \sigma_z = \lambda \gamma H \quad (1)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт Динника:

$$\lambda = \frac{\mu}{1-\mu} \quad (2)$$

$\mu$  - коефіцієнт Пуассона для гірських порід.

Величина коефіцієнта Пуассона для твердих гірських порід коливається в межах 0,15...0,30. Відповідно до цього коефіцієнт Динника дорівнює 0,2...0,45.

Багато дослідників цілком обґрунтовано думають, що за геологічний час напруження в породному масиві вирівнялися (релаксували), тобто  $\sigma_x = \sigma_z = \sigma_y$ .

Проведення підземних гірничих виробок викликає зміну напруженого стану порід, що існував до цього, і в контурі виробки виникає концентрація напружень, що характеризується коефіцієнтом концентрації, який виражається відношенням значення напруження, що виникає після проведення виробки, до значення напруги, що існувала у тієї ж точці в недоторканому порідному масиві. Значення коефіцієнта концентрації може коливатися в широких межах.

У звичайних умовах його значення коливається від 2 до 3<sup>1</sup> (рис. 2).

Глибина зони концентрації напружень практично не перебільшує  $(3-5)l$  (де  $l$  – найбільший лінійний розмір перетину виробки). При розташуванні в масиві зближених виробок виникає їх взаємний вплив, який викликає додаткову концентрацію напружень. Останні можуть перейти межу міцності порід, настане їх руйнування і зміщення. Такі явища, що виникають в масиві гірських порід після проведення виробки, називаються **деформаціями порід**.

Характер проявів гірського тиску залежить від співвідношення величини напружень і міцності масиву навколо виробки. Якщо напруження відносно високі, вони можуть викликати руйнування або пластичне деформування порід в певній зоні навколо виробки і для її нормальної експлуатації необхідно застосування гірничого кріплення. Величина напружень в зоні руйнування знижується і навколо неї виникає **зона знижених напружень (непружних деформацій)** (рис. 3). Зона максимальних напружень відсувається від контуру вглиб масиву. Зміщення контуру виробки, викликане пружними і непружними деформаціями порід, може досягати декількох десятків і навіть сотень міліметрів.

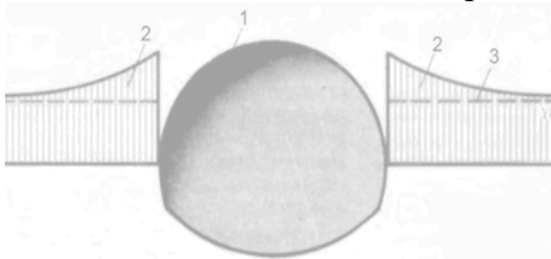


Рис. 2 – Розподіл напружень навколо виробки у ідеально пружному масиві:  
1 – виробка; 2 – епюра напружень; 3 – рівень напружень у недоторканому масиві

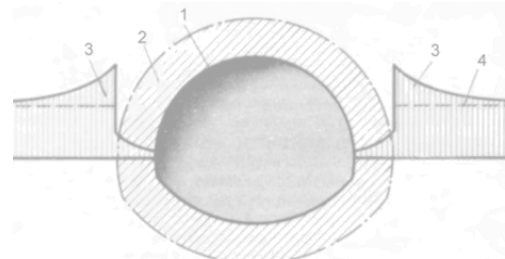


Рис. 3 – Розподіл напружень навколо виробки у пружно-пластичному масиві:  
1 – виробка; 2 – зона непружних деформацій; 3 – епюра напружень; 4 – рівень напружень у недоторканому масиві

Внаслідок утворення області непружних деформацій на її межі відбувається новий перерозподіл напруг. За її межами виникає **область підвищених напруг**, або **область опорного тиску**, яка далі вгору поступово переходить в область, в якій напруги відповідають первинним.

Таким чином, напруги на контурі виробки практично дорівнюють нулю, а на межі області непружних деформацій перевищують первинні, властиві незайманому масиву.

Таким чином, **гірський тиск** – це напруги, що виникають в масиві, який оточує гірничу виробку. Гірський тиск може виявлятися в різних формах:

1. Пружне або пружно-в'язке зміщення порід без їх руйнування.
2. Вивалоутворення (місцеве або регулярне) в слабких, тріщинуватих та дрібношаруватих породах.
3. Руйнування і зміщення порід (в тому числі вивалоутворення) під впливом граничних напружень в масиві по усьому периметру перетину виробки або на окремих його ділянках.
4. Видавлювання порід у виробку внаслідок пластичної течії, в тому числі – з боку підосви (обдимання порід).

<sup>1</sup> залежить від форми поперечного перетину виробки і міцності порід: біля кутів виробки концентрація напружень різко зростає, тому для її зменшення кути намагаються округлювати; відповідно ідеальна форма поперечного перетину виробки з точки зору зменшення концентрації напружень – кругла

Гірничі породи найкраще чинять опір стиску. Тому, якщо покрівлі виробки надати форму склепіння, при якій породи в основному працюють на стиск, то тим самим буде забезпечена найбільша її стійкість. Поступове обрушення порід продовжується до утворення деякої поверхні неправильного обрису, яку можна назвати склепінням. Таке склепіння називають **склепінням обрушення**. За його межами утворюється **склепіння природної рівноваги порід**.

Питання вивчення гірського тиску тісно пов'язані з параметрами кріплення і забезпеченням безпеки від завалів гірничих виробок.

## 2 Гірський тиск в підготовчих виробках

В горизонтальних виробках найбільш типовим є гірничий тиск зі сторони покрівлі, що проявляється в результаті прогинання порід, а далі тріщиноутворення. Для попередження чи зниження розвитку деформацій порід споруджують кріплення, яке працює разом з породою (система „**порода - кріплення**”).

Область непружних деформацій розширюється до зони припинення деформацій порід, внаслідок чого величина тиску поступово зростає, і, досягнувши деякої величини, стає постійною.

Боковий гірський тиск спостерігається при наявності в боках виробки порівняно слабких порід, головним чином глинистих. В цьому випадку проходить видавлювання порід підосви у виробку, тобто **видування порід**, яке може підсилюватися внаслідок послаблення зв'язку порід при їх зволоженні.

Тиск на кріплення в різні моменти часу після проведення виробки має різну величину. Спочатку тиск на кріплення зростає протягом декількох діб, досягаючи деякої максимальної величини. Гірський тиск в цей період часу називають **невстановленим** (або **первинним**). Після цього настає період, коли гірський тиск стає постійним, зберігаючи максимальну величину або дещо зменшується.

В цей період зміщення порід, що оточують виробку, припиняється, так як породи взаємодіючи з кріпленням, приходять в стан рівноваги. Тиск на кріплення в цей період називають **встановленим** (або **вторинним**).

Стан рівноваги в породах може бути знову порушеним при перекріпленні чи при проведенні суміжної виробки, а також при впливі очисних робіт поблизу гірничої виробки. При цьому знову спочатку виникає невідновлений гірничий тиск, який через деякий проміжок часу стає встановленим.

У підготовчих, а іноді і в капітальних виробках, що потрапляють в зони опорного<sup>2</sup> тиску, мають місце підвищені деформації порід, запобігти які майже неможливо. У таких випадках необхідно застосування [податливих конструкцій кріплення](#).

## Питання для самоконтролю



1. Дайте характеристику силам пружності.
2. Поясніть явища деформації гірничих порід.
3. Охарактеризуйте зони понижених напруг і зони непружних деформацій?
4. Дайте характеристику області підвищених напруг.
5. Дайте визначення гірському тиску?

<sup>2</sup> зони підвищеного тиску навколо виробленого простору виймальних діляниць