

Тема 1.2 Форми та розміри поперечного перерізу гірничих виробок та чинники, що впливають на їх вибір

План

1 Форми поперечного перерізу гірничих виробок. Чинники, що впливають на вибір форми поперечного перерізу виробок

2 Розміри поперечного перерізу виробок

3 Типові перерізи виробок

1 Форми поперечного перерізу гірничих виробок. Чинники, що впливають на вибір форми поперечного перерізу виробок

В результаті ведення гірничих робіт при розробці родовища корисних копалини в товщі гірських порід утворюється порожнина, що називається гірничою виробкою.

Форма перерізу гірничої виробки – це геометрична форма її поперечного перерізу.

Форма поперечного перерізу гірничої виробки залежить від наступних чинників: призначення і терміну служби, фізико-механічних властивостей порід, що перетинаються нею, величини і характеру прояву гірського тиску, матеріалу і конструкції кріплення, способу її проведення та ін.

В гірничій промисловості виробки проводять прямокутною (рис.1.1,а), трапецієвидною (рис.1.1,б,в), полігональною (рис.1.1,г), склепінчастою (рис.1.1,е-и), арочною, круглою (рис.1.1,н), еліптичною (рис.1.1,о,п) і інших форм.

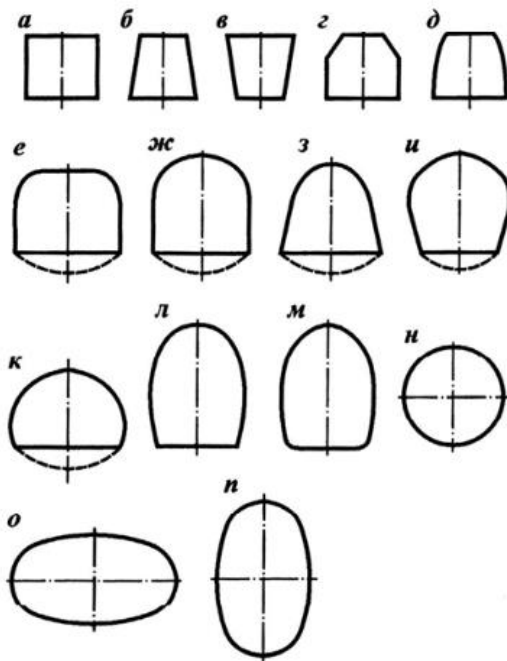


Рис. 1.1 - Форми поперечного перерізу гірничих виробок:

а - прямокутна; б, в - трапецієвидна; г - полігональна; д - бочкоподібна;
 е, ж - трьохцентрове знижене і напівциркульне склепіння з вертикальними стінками;
 з - циркульне знижене склепіння з похилими стінками; и – напівциркульне склепіння;
 к, л, м - підковоподібні; н - кругла; о, п - еліптична

Прямокутна і полігональна форми застосовуються при гірському тиску тільки з боку покрівлі.

Трапецієвидна форма застосовується при переважаючому вертикальному і незначному бічному тиску гірських порід для виробок з незначним терміном служби.

Несиметричні форми дозволяють якнайкраще вписатися у вугільний пласт, проводити виробки без підривання або з мінімальним підриванням бокових порід, а також забезпечити велику їх стійкість.

Склепінчаста форма раціональна при значному тиску з боку покрівлі. Така форма характерна для виробок приствольного двору і пройдених в нестійких породах з великим терміном служби.

Підковоподібну форму поперечного перерізу раціонально застосовувати за наявності значного гірського тиску з покрівлі і з боків. Найчастіше застосовується з тюбінгом і блоковим кріпленням в капітальних виробках, які проходяться в слабких породах. При всебічному тиску бокових порід доцільною стає **підковоподібна форма із зворотним склепінням** або ж **кругла форма**; остання найбільш раціональна при рівномірному тиску з усіх боків, наприклад, у вертикальних виробках. При неоднаковому усебічному, але симетричному тиску, доцільним стає **еліптичний переріз** з великою віссю у напрямі більшого тиску.

Значною мірою форма поперечного перерізу залежить від *матеріалу кріплення*. Так, при металевому або анкерному кріпленні форма поперечного перерізу може бути яка завгодно, при збірному залізобетонному кріпленні - прямокутна, полігональна, трапецієвидна, несиметрична, при бетонному або кам'яному - арочна із зворотним склепінням, еліптична, кругла. У разі застосування в якості кріпильного матеріалу дерева кріплення криволінійного контуру зробити складно, тому раціональною формою стає трапецієвидна - за відсутності здирання і замкнутий чотирикутник - за наявності тиску порід з боку підосви.

Надаючи раціональної форми перерізу виробки, нерідко вдається отримати стійке її становище без кріплення. Так, за наявності міцних монолітних порід, що знаходяться в пружному стані на контурі виробки, останній надають склепінчастий контур і не кріплять.

На вугільних шахтах в основному застосовується трапецієвидна та склепінчаста форми перерізу виробок. Проте, як показує вітчизняний і зарубіжний досвід, зі збільшенням глибини розробки сфера можливого застосування трапецієвидної або прямокутної форми скорочується і на великих глибинах раціональнішою, а частіше за все і єдиною, є склепінчаста або кільцева форма виробок.

При виборі форми поперечного перерізу, матеріалу і типу кріплення вирішується складне інженерне завдання по забезпеченню мінімальної вартості виробки і її безремонтної підтримки.

Корисна площа поперечного перерізу виробки залежить від її форми (рис. 1.2). У виробках прямокутної форми вся площа корисна (по габаритних розмірах устаткування або транспортних засобів), а всі інші форми хоча і забезпечують стійкість, але призводять до завищення площі перерізу. Наприклад, у виробках круглої форми це перевищення досягає 30%.

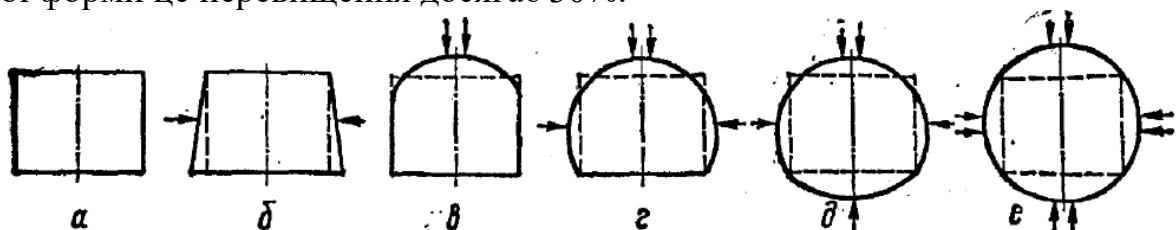


Рис. 1.2 – Форми поперечного перерізу гірничих виробок в порівнянні з корисною площею поперечного перерізу: а – прямокутна; б – трапецієвидна; в – склепінчаста, г – підковоподібна; д – підковоподібна із зворотним склепінням; е – кругла. Пунктиром зазначено мінімально необхідний прямокутний переріз, стрілками - напрям дії гірського тиску

2 Розміри поперечного перерізу виробок

Розміри (висота, ширина і площа) поперечного перерізу гірничої виробки залежать від її призначення, габаритів розміщуваного у виробці устаткування або транспортних засобів (електровози, вагонетки, конвеєри та ін.), числа рейкових колій, способу переміщення людей по виробці, зазорів, передбачених Правилами безпеки і допустимої швидкості руху повітря по виробці.

У виробленні розрізняють площу перерізу у світлу, начорно і в проходці.

Площа поперечного перерізу у світлу – це площа по внутрішньому контуру встановленого у виробці кріплення та підосві виробки (верху баластового шару).

Площа поперечного перерізу у чорні – це площа по зовнішньому контуру кріплення та підосві виробки (з урахуванням товщини кріплення та баластового шару), іншими словами - по зовнішньому контуру кріплення, включаючи затяжку, та підосві виробки.

Площа перерізу у проходці – площа по контуру порід, яку приймають на 3-5% більше площі в чорні при міцності гірських порід $f=1-1,5$; 5-10% при міцності гірських порід $f=2-9$; 7-12% при міцності гірських порід $f=10-20$).

Розрізняють також розміри виробки до осадки та після осадки кріплення.

При проектуванні поперечного перерізу виробки у світлу необхідно враховувати запас на можливі осадки порід, залежний від типу виробки, умов її підтримки і потужності пласта (m). Наприклад, величина запасу на осідання по висоті у відкаточних штреках і інших виробках, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт, приймається рівною $(0,5...0,6)m$, у виробках, що проводяться широким забоєм, - $(0,4...0,5)m$. В типових перерізах передбачені вертикальна піддатливість кріплення на 300мм та горизонтальна на рівні 1,8м від підосві виробки – 230...290мм. В виробках, закріплених піддатливим кріпленням, дуже важливо правильно встановити запас на осідання, що може забезпечити її безремонтну підтримку на весь термін служби.

Мінімальна висота виробки вимірюється від рівня голівки рейок до внутрішньої поверхні кріплення і має дорівнювати 1,9 м в головних відкаточних і вентиляційних виробках, 1,8 м - в дільничних підготовчих виробках.

Мінімальна ширина виробки складається з габаритних розмірів розміщуваного в ній устаткування або рухомого складу з урахуванням зазорів, передбачених ПБ: між кріпленням і елементами устаткування або рухомого складу, що найбільш виступають, при бетонному кріпленні - 0,2 м, при рамному - 0,25 м; між частинами зустрічних складів, що виступають, - 0,2 м; між кріпленням та конвеєром – 0,4 м; між конвеєром та рухомих складом – 0,4 м; прохід для людей - 0,7 м на рівні 1,8 м від підосві виробки, а в місцях посадки людей в потяги - 1м.

На основі встановлених ширини і висоти виробки розраховують площу її поперечного перерізу у світлу при первинній прямокутній формі. Потім виробці надають форму, що відповідає гірничо-геологічним умовам, "вписують" в неї прямокутний переріз, не порушуючи прийнятих розмірів, повторно розраховують площу поперечного перерізу у світу і підбирають найближчий більший типовий переріз.

Згідно з Правилами безпеки мінімальні площі поперечних перерізів гірничих виробок у світу повинні складати: для головних відкаточних і вентиляційних виробок, людських хідників для механізованого перевезення - не менше 9,0 м² при висоті не менше 1,9 м від голівки рейок; для дільничних вентиляційних, проміжних,

конвеєрних і збірних штреків, дільничних бремсбергів і уклонів - не менше 6,0 м² при висоті не менше 1,8м; для *вентиляційних просіків, печей, косовиків та ін.* - не менше 1,5 м² при висоті не менше 0,7м; для дільничних виробок, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт, людських хідників, не призначених для механізованого перевезення людей - не менше 4,5 м² при висоті не менше 1,8м.

Ширину виробки ***B*** на рівні верхньої кромки рухомого составу (на висоті 1,8м) можна визначити по формулам:

1) при одній рейковій колії:

$$B = m + A + n, \text{ м} \quad (1)$$

де ***m*** – зазор між кріпленням і рухомим составом, м;

A – ширина рухомого составу, м;

n – вільний прохід для людей, м

2) при двох рейкових коліях:

$$B = m + kA + p + n, \text{ м} \quad (1')$$

де ***m*** – зазор між кріпленням і рухомим составом, м;

k – кількість рейкових колій;

A – ширина рухомого составу, м;

p – зазор між складами, м;

n – вільний прохід для людей, м.

3) при стрічковому конвеєрі:

$$B = m + A + n, \text{ м} \quad (1'')$$

де ***m*** – зазор між кріпленням і стрічковим конвеєром, м;

A – ширина стрічкового конвеєра, м;

n – вільний прохід для людей, м.

4) при одній рейковій колії та стрічковому конвеєрі:

$$B = m + A_1 + p + A_2 + n, \text{ м} \quad (1''')$$

де ***m*** – зазор між кріпленням і стрічковим конвеєром, м;

***A*₁** – ширина конвеєра, м;

p – зазор між конвеєром та рухомим складом, м;

***A*₂** – ширина рухомого составу, м;

n – вільний прохід для людей, м.

Основні транспортні засоби стандартизовані, тому їх розміри приймають по довідниках.

3 Типові перерізи виробок

З метою зменшення затрат часу на проектування гірничих виробок для основних видів кріплення і транспортних засобів розроблені типові перерізи гірничих виробок (рис. 1.3).

Всі перерізи гірничих виробок залежно від умов підтримки поділені на групи:

- ***ті, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт;***
- ***ті, що знаходяться в зоні встановленого гірського тиску.***

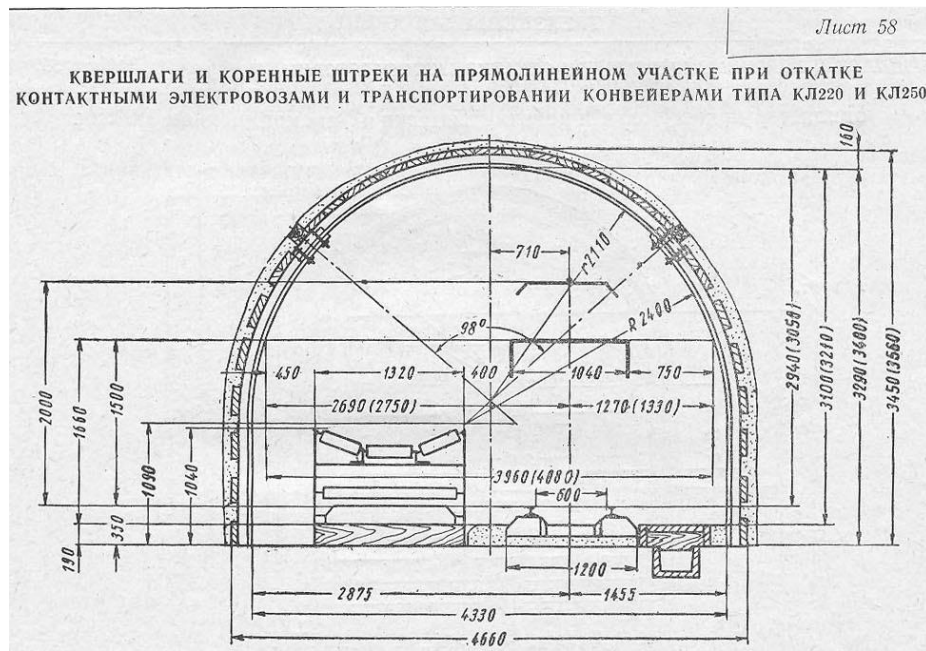


Рис. 1.3 – Приклад типового перерізу виробки

У типових перерізах вказані розміри виробки, зазори для проходу людей залежно від транспортних засобів, розміщення рейкових колій і конвеєрів, водовідливних канавок і комунікацій - трубопроводів різного призначення, силового кабелю, освітлювального, телефонного, сигнального кабелів і так далі.

На кресленнях типових перерізів гірничих виробок проставляють необхідні будівельні розміри. Усі вони є розрахунковими, окрім розмірів, які прийняті по габаритах рухомого складу, і необхідних зазорів, які передбачені Правилами безпеки. У дужках проставлені розміри до осадки покрівлі і зміщення боків виробки.

Для вибору необхідного типового поперечного перерізу виробки в просвіті достатньо визначити її ширину **B** на рівні верхньої кромки рухомого складу (1,8 м) за формулою 1.1.

По розрахунковому поперечному перерізу у світлу приймається найближчий більший типовий переріз.

На газових шахтах прийнятий переріз перевіряють за швидкістю руху струменя повітря, необхідного для провітрювання. Мінімальна швидкість руху повітря по виробці має бути не менше 0,25 м/с, максимальна - не вище 8 м/с в головних відкатних і вентиляційних виробках і 6 м/с - в усіх інших, проведених по вугіллю і породі. Якщо швидкість руху повітря по виробці перевищує величину, встановлену ПБ, то необхідно підібрати найближчий більший типовий переріз, що забезпечує допустиму швидкість руху повітря.

Прийняту типову площу перерізу виробки у світлу після осадки $S_{св.п.о.}$ перевіряють за швидкістю руху струменя повітря за формулою:

$$V = \frac{Q}{S} \leq V_{\text{доп.}}, \text{ м/с} \quad (2)$$

де V – швидкість струменя повітря при даних розмірах поперечного перерізу виробки, м/с;

Q – кількість повітря, що проходить по виробці, м³/с;

S – площа поперечного перерізу виробки в просвіті, м²;

$V_{\text{доп.}}$ – допустима швидкість струменя повітря за Правилами безпеки для даної виробки (таблиця 1.1), м/с.

Кількість повітря визначається за формулою:

$$Q = \frac{q \cdot A_d \cdot k_{\text{зап}}}{60}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

де q – норма повітря на 1 т добового видобутку вугілля відповідно категорії шахти, $\text{м}^3/\text{хв.}$:

I категорія – 1,0 $\text{м}^3/\text{хв.}$;

II категорія – 1,25 $\text{м}^3/\text{хв.}$;

III категорія – 1,5 $\text{м}^3/\text{хв.}$;

над категорійні – 1,5 $\text{м}^3/\text{хв.}$

A_d – добове видобування, яке транспортується по виробці, т;

$k_{\text{зап.}}$ – коефіцієнт запасу повітря, 1,45-1,5.

Таблиця 1.1 – Максимальні швидкості руху повітря по виробкам

Гірничі виробки, привибіїні простори, вентиляційне обладнання	Максимальна швидкість повітря, м/с
Вентиляційні свердловини	Не обмежена
Стволи та вентиляційні свердловини з підйомними установками, призначеними тільки для піднімання людей у аварійних випадках, вентиляційні канали	15
Стволи для опускання та піднімання тільки вантажів	12
Кросинги трубчасті та типу перекидних мостів	10
Стволи для опускання та піднімання людей і вантажів, квершлагги, головні відкатні та вентиляційні штреки, капітальні та панельні бремсберги та уклони	8
Усі інші гірничі виробки, проведені вугіллям і породою	6
Привибіїні простори очисних і тупикових виробок	4

Питання для самоконтролю



1. Дайте визначення гірничій виробці.
2. Перерахуйте форми поперечного перерізу гірничих виробок.
3. Перерахуйте чинники, які визначають розмір поперечного перерізу виробок.
4. Дайте визначення площі поперечного перерізу виробки "у світлу", "у чорні", "в проходці".
5. Дайте пояснення, з якою метою виробці надають несиметричної форми поперечного перерізу?
6. Назвіть, яку форму надають виробці при прояві усебічного тиску гірських порід?
7. Перерахуйте, що необхідно передбачити, щоб експлуатація виробки проводилася без перекріплювання?
8. Поясніть, на які групи поділені перерізи гірничих виробок залежно від умов підтримки?
9. Назвіть, які розміри гірничих виробок на кресленнях типових перерізів не є розрахунковими?
10. Поясніть, які розміри на кресленнях типових перерізів виробок проставляються в дужках?