

Засади визначення депресії гірничої виробки

Стаття присвячена особливостям використання рівняння Бернуллі і методиці виміру депресії в горизонтальній виробці.

Статья посвящена особенностям использования уравнения Бернулли и методике измерения депрессии в горизонтальной выработке.

The article is dedicated to the features of usage of a Bernoulli's relation and measuring technique of depression in a horizontal mine working.

Повний тиск повітря (P_n) незмінний у перерізі виробки (каналу) і являє собою алгебраїчну суму статичного (P_c) і динамічного ($P_d = \rho v^2 / 2$) тисків повітря в кожній точці перерізу виробки. Цей зв'язок демонструє рівняння Бернуллі [1] для горизонтальної виробки

$$P_n = P_c + \rho v^2 / 2 = const, \quad (1)$$

де ρ – густина повітря;

v – швидкість повітря.

Епюри повного і статичного тиску по висоті (ширині) у відповідності до рівняння Бернуллі мають такий вигляд (рис. 1).

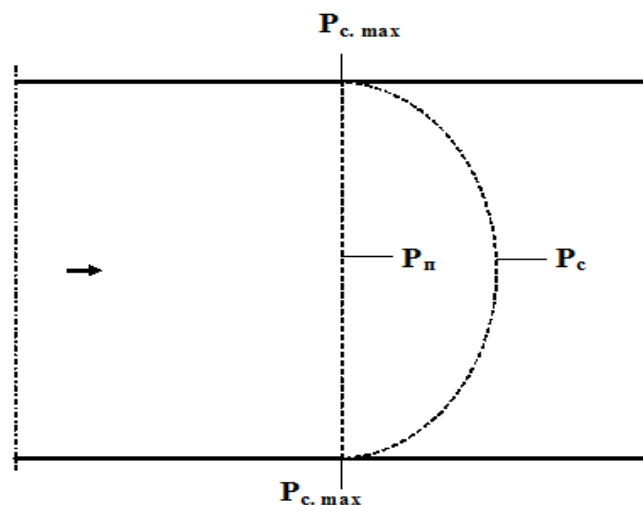


Рис. 1 – Схема розподілу тиску повітря в перерізі виробки відповідно рівнянню Бернуллі

Статичний тиск в перерізі мінімальний на рівні лінії (вектору) максимальної швидкості повітря і підвищується в напрямку кріплення чи почви виробки. На стінці виробки, де швидкість повітря дорівнює нулю ($v=0$) статичний тиск максимальний ($P_{c.max}$) і дорівнює повному тиску у потоці повітря (P_n) для кожної точки перерізу

$$P_n = P_{c.max}.$$

Робочий елемент барометра чи мікробарометра (анероїдна коробка) сприймає тільки максимальний статичний тиск ($P_{c.max}$), адже анероїдна коробка розташована у середині приладу де повітря не рухається (швидкість повітря біля поверхні анероїдної коробки дорівнює нулю). Таким чином немає потреби визначати повний тиск (P_n) у потоці повітря якщо визначено максимальний статичний ($P_{c.max}$) на стінці виробки (трубопроводу).

Для визначення різниці тиску між двома точками (1, 2) в двох різних перерізах горизонтальної виробки, замість рівняння

$$h = (P_{c1} + \rho_1 v_1^2/2) - (P_{c2} + \rho_2 v_2^2/2).$$

для практичних потреб можна використовувати спрощене рівняння

$$h = P_{c.max1} - P_{c.max2}.$$

Статична депресія ділянки 1-2 визначається як різниця між двома максимальними статичними тисками в перерізах 1 і 2.

Інакше кажучи, ніяких додаткових вимірів «середньої швидкості» для визначення «середнього» динамічного тиску у кожному з двох перерізів виробки чи трубопроводу робити не потрібно, бо це тільки підвищує похибку розрахунків аеродинамічного опору.

В той же час можна стверджувати, що поняття «рівняння збереження енергії» можна поєднувати тільки з самим рівнянням Бернуллі, адже воно демонструє «механізм» переходу одного виду тиску в інший (статичного тиску в динамічний і навпаки) в межах одного перерізу каналу.

В тому разі, якщо для вимірів депресії використовують мікроманометр, то обидва кінці резинової трубки треба поєднати з «датчиками»

максимального статичного тиску. Такий «датчик» забезпечує розташування кінця резинової трубки у «просторі» виробки де повітря не рухається (рис. 2).

Конструкція трубок-датчиків для виміру максимальної статичної депресії має свої особливості. Головна з них полягає у співвідношенні внутрішнього діаметру трубки і її довжини. У загальному випадку така трубка має вигляд порожнього циліндру (з пластмаси чи тонкого металу) відкритого з однієї сторони.

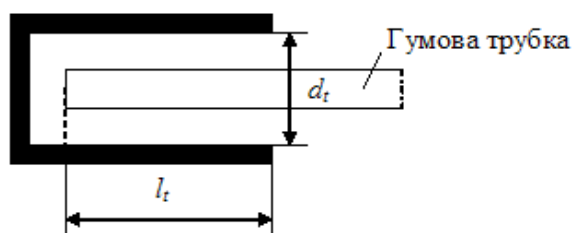


Рис. 2 – Схема трубки для вимірювання максимальної статичної депресії

Співвідношення довжини і ширини (діаметра) трубки визначає емпірична формула А.М. Карпова

$$l_t = 0.0376 \times Re^{0.4} \times d_t, \quad (5)$$

де l_t і d_t – відповідно, довжина від початку трубки максимального статичного тиску до місця розташування кінця резинової трубки і діаметр статичної трубки; Re – число Рейнольдса для повітря у виробці.

Довжина l_t визначає мінімальну відстань на яку кінець гумової трубки потрібно ввести у циліндр. Відповідність довжини l_t діаметру d_t є запорукою того, що біля кінця резинової трубки в циліндрі повітря не буде рухатися під час вимірів, тобто враховується ефект Магнуса [2].

У перерізі виробки трубку максимального статичного тиску треба розташовувати закритим кінцем назустріч вентиляційному потоку (рис. 3).

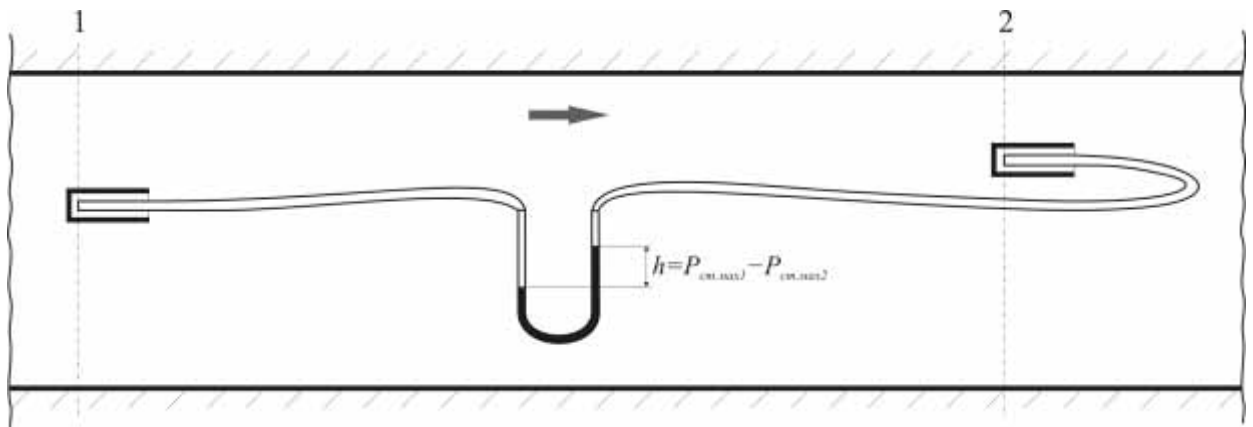


Рис. 3 – Схема виміру статичної депресії між двома перерізами виробки

Депресію кожної виробки чи її частини між двома найближчими сполуками слід вимірювати розташовуючи трубки максимального статичного тиску в центрах сполук (в точках пересікання осей виробок на рівні підшви чи баласту сполук). Центри сполук (точки-вузли) слід вважати аеродинамічними «початками» і «кінцями» виробок-гілок (з урахуванням напрямку руху повітря) шахтної вентиляційної мережі.

Висновки

1. Для вимірювання депресії виробки між двома точками не треба визначати різницю повних тисків повітря. Достатньо лише знайти різницю максимальних статичних тисків між ними.
2. Для вимірів максимального статичного тиску слід використовувати спеціальні трубки, які запобігають впливу динамічної складової тиску на показання мікроманометра.
3. Якщо точки виміру є сполученням виробок, то трубки максимального статичного тиску слід розташовувати в центрах цих сполучень.

Література

1. Ушаков К.З. и др. Аэрология горных предприятий. – М.: Недра. – 1987. – 421 С.
2. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика для поступающих в вузы: Учебн. пособие. – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1991. – 640 С.