

ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕПРЕСІЇ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

У статті розглядаються особливості визначення рівняння Бернуллі і методика виміру депресії в горизонтальній виробці.

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 у кожній точці перерізу. Цей зв'язок демонструє рівняння Бернуллі [1] для горизонтальної виробки

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

де ρ і v – густина і швидкість повітря.

Епюри повного і статичного тиску по висоті (ширині) відповідно до рівняння Бернуллі наведені на рис. 1.

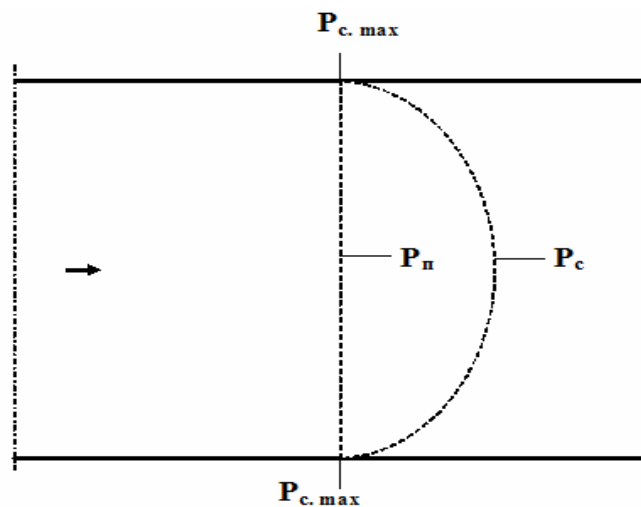


Рис. 1 – Схема розподілу тиску повітря в перерізі виробки відповідно до рівняння Бернуллі

Статичний тиск в перерізі виробки мінімальний на рівні лінії (вектора) максимальної швидкості повітря і підвищується в напрямку кріплення чи підосви виробки. На стінці виробки, де швидкість повітря $v=0$, статичний тиск максимальний $P_{c,max}$. Він 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, адже анероїдна коробка розташована у середині приладу, де повітря не рухається (швидкість повітря біля поверхні анероїдної коробки дорівнює нулю). Отже немає потреби визначати повний тиск у потоці повітря, якщо визначено максимальний статичний на стінці виробки (трубопроводу).

Для визначення різниці тиску між двома точками 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 між точками 1 і 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 збільшує похибку у розрахунках аеродинамічного опору.

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

У тому разі, коли для вимірів депресії використовують мікроманометр, то обидва кінці гумової трубки треба поєднати з «датчиками» максимального статичного тиску. Такий «датчик» забезпечує розташування кінця гумової 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 діаметра трубки та її довжини. У загальному випадку така трубка має вигляд порожнього циліндра (з пластмаси чи тонкого металу), відкритого з одного боку.

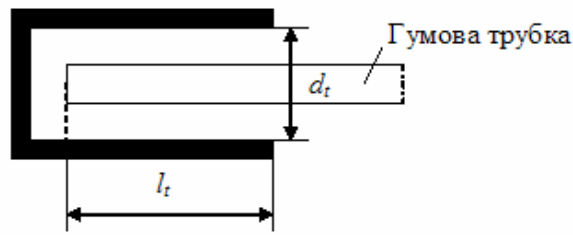


Рис. 2 – Схема трубки для вимірювання максимальної статичної депресії

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

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

де l_t і d_t – довжина від початку трубки максимального статичного тиску до місця розташування кінця гумової 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 гумової 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).

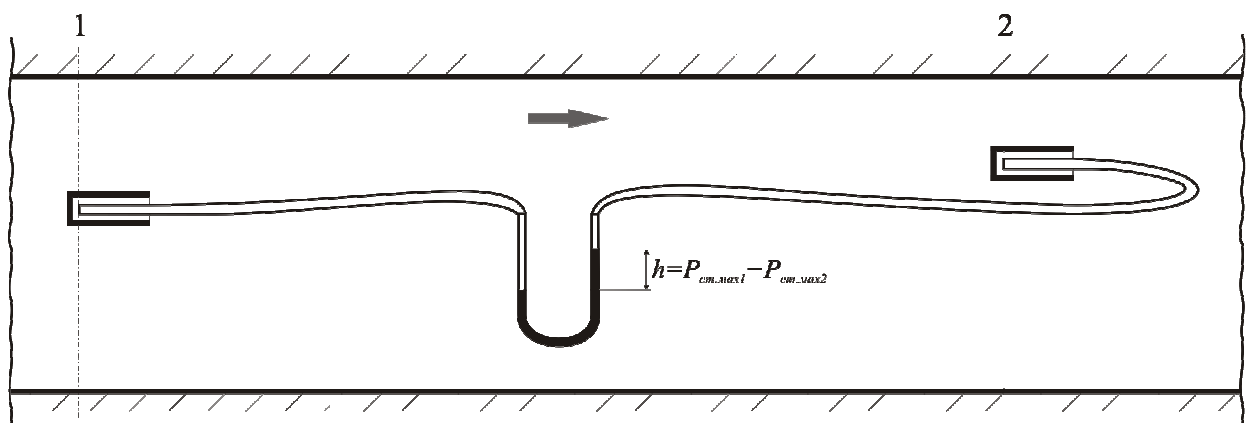


Рис. 3 – Схема виміру статичної депресії між двома перерізами виробки

Депресію кожної виробки чи її частини між двома найближчими сполученнями слід вимірювати, розташовуючи трубки максимального статичного тиску в центрах сполук (у точках перетину осей виробок на рівні

підосви сполучення чи баласту). Центри сполучень (точки-вузли) слід вважати аеродинамічними «початками» і «кінцями» виробок-гілок (з урахуванням напрямку руху повітря) шахтної вентиляційної мережі.

Висновки. Для вимірювання депресії виробки між двома точками не треба визначати різницю повних тисків повітря. Достатньо знайти різницю максимальних статичних тисків між ними.

Для вимірів максимального статичного тиску слід використовувати спеціальні трубки, які запобігають впливу динамічної складової тиску на показання мікроманометра.

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.