

УДК 622.4

Трофимов В.О. (канд. техн. наук, ДонНТУ),
Кавера О.Л. (канд. техн. наук, ДонНТУ),
Харьковий М.В. (інж., шахта «Краснолиманська»),
Білоумцева Д.С. (магістр, ДонНТУ)

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕПРЕСІЇ ПОВІТРЯПРОВОДУ

В статті пропонується нова методика вимірів депресії повітряпроводів (гірничих виробок, вентиляційних каналів). Використання цієї методики скорочує витрати праці на проведення депресійних зйомок і зменшує похибку вимірів депресії.

Ключові слова: рівняння Бернуллі, повний тиск повітря, статичний тиск повітря, динамічний тиск повітря, виміри депресії.

В статье предлагается новая методика измерения депрессии воздухопроводов (горных выработок, вентиляционных каналов). Использование этой методики сокращает затраты труда на проведение депрессионных съемок и уменьшает ошибку измерения депрессии.

Ключевые слова: уравнение Бернулли, полное давление воздуха, статическое давление воздуха, динамическое давление воздуха, измерение депрессии.

The paper proposes a new method for measuring the depression of air channels (mine workings, ventilation ducts). Using this technique reduces labor costs for conducting surveys and depression reduces the error of measurement of depression.

Keywords: Bernoulli's equation, the total air pressure, static pressure air, dynamic air pressure, the measurement of depression.

Згідно з діючою методикою виконання депресійних зйомок [1], при виконання вимірів за допомогою мікроманометрів, депресія виробки (або її частини) розраховується по формулі

$$h = (n_{kc} - n_n)k_1k_2 + 0,63(V_n^2 - V_k^2),$$

де n_{kc} – середня величина кінцевих відліків по мікроманометру,

n_n – початковий відлік по мікроманометру,

k_1 – коефіцієнт, що враховує нахил шкали мікроманометру,

k_2 – коефіцієнт, що враховує градування мікроманометру,

V_n та V_k – швидкість руху повітря на початку та в кінці виробки.

Це рівняння являє собою суму різниць статичних та динамічних тисків, виміряних на початку та в кінці виробки, тобто різницю повних тисків у цих двох точках, а отже, повну депресію виробки.

Згідно з цією методикою виміри мікроманометром робляться на початку, та кінці виробки, тобто в поперечних перерізах, що утворені першою та останньою рамами виробки. При цьому не враховуються сполучення виробок і повороти. Ці місця, що являють собою місцеві опори, ніби «випадають» із загального маршруту, по якому ведуться депресійні зйомки.

Оскільки неможливо виміряти швидкість руху повітря в поперечних перерізах, що утворені першою та останньою рамами кріплення виробки, то виміри швидкості робляться на деякій відстані від місця виміру статичних тисків, а потім штучно відносяться до, так званих, «початку» та «кінця» виробки. Крім того, в результаті вимірів швидкості руху повітря будуть отримані середні по перетину значення швидкості, які в свою чергу призведуть до отримання якогось «середнього» значення динамічного тиску.

Що стосується виміру різниці статичних тисків, то для її знаходження використовуються спеціальні статичні трубки (насадки), що надягаються на кінцеві частини гумових шлангів мікроманометра. Конструктивно, вони являють собою закритий з одного кінця циліндр, у якому по довжині просвердлені отвори. Вважається, що на відстані 3-4 діаметрів від носика, встановлюється тиск, що приблизно дорівнює тиску в незбуреному повітрі. Оскільки на кінцевих ділянках виробок епюра швидкості (на відміну від сталого потоку) zdeформована, то це невірне твердження, через яке вносяться суттєві похибки у виміри.

Таким чином, з'являється актуальна задача, що полягає в удосконаленні існуючої методики вимірів депресії. Для вирішення цієї проблеми розглянемо, як розподіляється тиск повітря в поперечному перерізі виробки.

Відповідно рівнянню Бернуллі сума статичного і динамічного тисків в кожній точці поперечного перерізу повітряпроводу, де рухається повітря, є величиною постійною.

$$P_c + P_d = const, \quad (1)$$

де P_c – статичний тиск повітря,

P_d – динамічний тиск повітря.

Сума статичного і динамічного тисків називається повним тиском (P_n). Згідно рівнянню (1) повний тиск в усіх точках одного поперечного перерізу повітряпроводу однаковий.

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

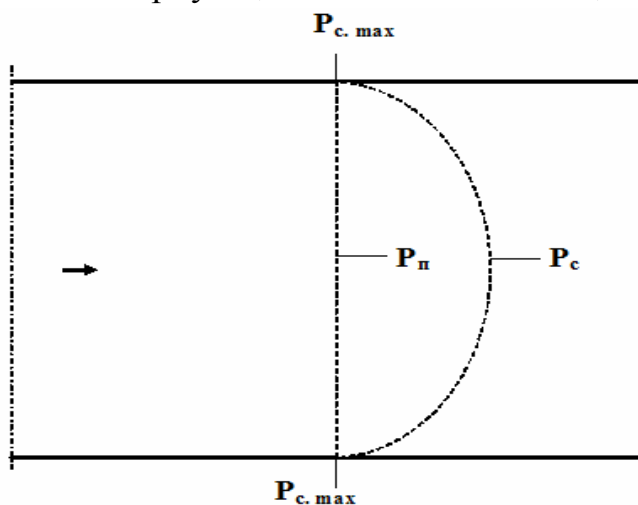


Рис. 1 – Схема розподілу тиску повітря в поперечному перерізі виробки

Статичний тиск в поперечному перерізі мінімальний на рівні лінії (вектору) максимальної швидкості повітря і підвищується в напрямку кріплення або почви виробки. На внутрішній поверхні виробки (кріплення або почва), 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 поперечного перерізу

$$P_n = P_{c.max}. \quad (2)$$

Відповідно (2) немає потреби визначати повний тиск (P_n) у потоці повітря, якщо визначено максимальний статичний ($P_{c.max}$) на стінці виробки (повітряпроводу).

Для визначення різниці максимального статичного тиску між двома точками в двох різних поперечних перерізах виробки (рис. 2, точки 1, 2) необхідно щоб динамічний тиск не впливав на виміри (виміри за допомогою мікроманометра). Для цього потрібне відповідне розташування кінців гумової трубки або облаштування кінців трубки спеціальними насадками, що не мають отворів, а їх конструктивні характеристики не дозволяють повітрю «задувати» у відкриті кінці гумової трубки [2]. В цьому випадку місце знаходження кінця трубки в перерізі не має значення (в діючій методиці спосіб прокладання гумових трубок не має чіткого опису). Статичні трубки, що використовуються за діючою методикою, для точних вимірів статичної депресії непридатні. Оскільки, як було сказано раніше, на кінцевих ділянках виробок епюра швидкості zdeформована.

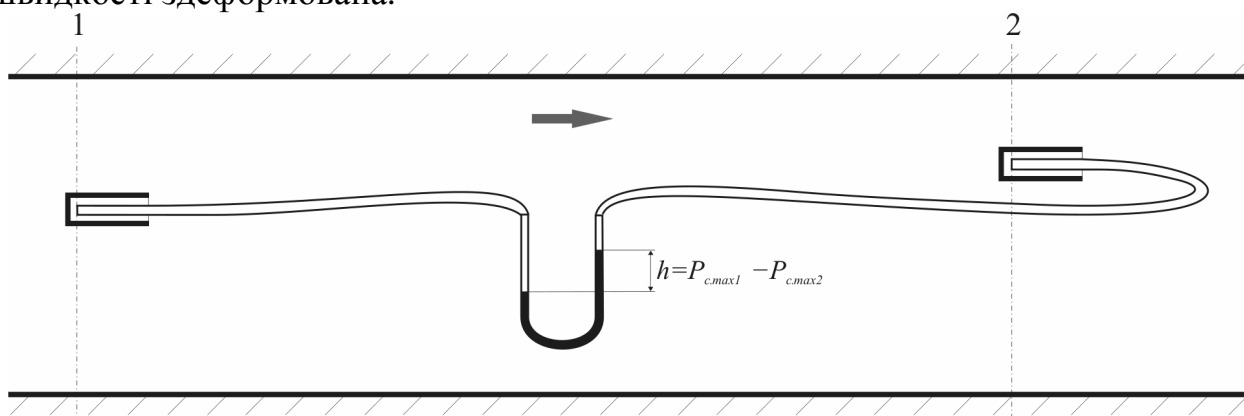


Рис. 2 – Схема виміру статичної депресії між двома поперечними перерізами виробки

Статична депресія ділянки 1-2 визначається як різниця між двома максимальними статичними тисками ($P_{c.max1}$, $P_{c.max2}$) в перерізах 1 і 2

$$h = P_{c.max1} - P_{c.max2}. \quad (3)$$

Інакше кажучи, ніяких додаткових вимірів «середньої швидкості» для визначення «середнього» динамічного тиску у кожному з двох перерізів виробки чи трубопроводу робити не потрібно. Це псевдонаукова вигадка, яка підвищує похибку визначення депресії маршруту на 400-600 Па, адже поняття «середній динамічний тиск» або «середній статичний тиск» не існує.

Виміри депресії виробки необхідно робити враховуючи рівняння (2, 3). Депресію виробки (частини виробки) слід вимірювати між геометричними

центрами (рис. 3, точки 1, 2) найближчих сполук виробок. Така методика вимірів депресії дозволяє «замикати» вентиляційні контури у відповідності до другого закону вентиляційної мережі.

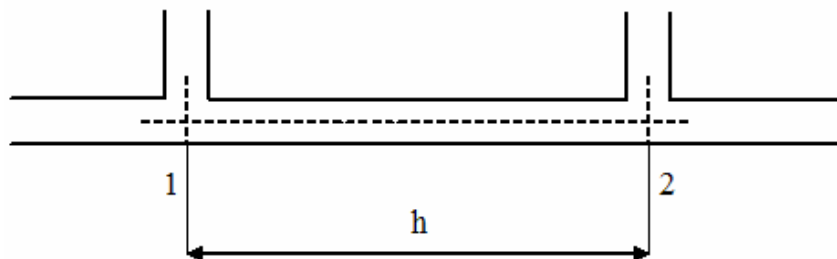


Рис. 3 – Схема виміру депресії частини виробки між сполуками

Для визначення статичної депресії вентилятора (h_g) або депресії його мережі (h_m) необхідно (для нагнітального і всмоктувального повітряпроводів) щоб кінець вимірювальної трубки (рис. 4), яка поєднується з мікроманометром (що розташований на поверхні землі), знаходився на внутрішній поверхні каналу (перед колесом вентилятора), адже статичний тиск на поверхні каналу дорівнює повному тиску в потоці повітря (2). В цьому випадку величина статичної депресії вентилятора одночасно визначає і повну депресію мережі вентилятора

$$h_g = h_m,$$

де h_g, h_m – відповідно, статична депресія вентилятора і повна депресія мережі вентилятора.

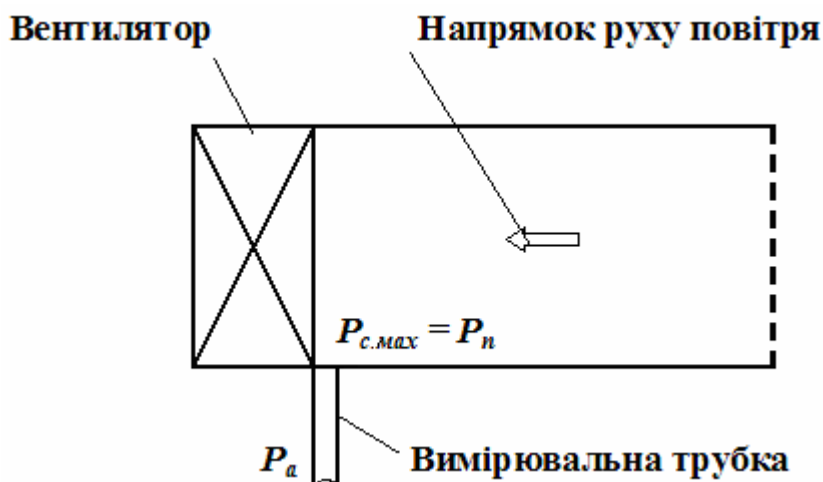


Рис.4 – Схема розташування трубки для вимірювання статичної депресії вентилятора

Висновки

1. При вирішенні питань пов'язаних з вимірами депресії повітряпроводу нема необхідності використовувати поняття «повний тиск» або «повна депресія» – достатньо понять «статичний тиск» і «статична депресія».
2. Запропонована методика вимірів статичної депресії значно зменшує працевтрати депресійних зйомок (як за допомогою мікроманометрів так і за допомогою мікробарометрів), оскільки не потребує визначення динамічного тиску в поперечних перерізах виробок.

3. Виміри депресії маршрутів, без врахування середнього динамічного тиску, дозволяють зменшити похибку вимірів депресії маршруту.

Перелік літератури:

1. Руководство по производству депрессионных и газовых съёмок в угольных шахтах. – Донецк: НИИГД. – 2005. – 75 С.
2. Трофимов В.О, Булгаков Ю.Ф., Кавера О.Л., Харьковский М.В. Аерологія шахтних вентиляційних мереж. – Донецьк, 2009. – 87 с.