

Трофимов В.О. (канд. техн. наук, ДонНТУ),
 Кавера О.Л. (канд. техн. наук, ДонНТУ),
 Білоумцева Д.С. (магістр, ДонНТУ)

РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ У ВЕНТИЛЯЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ

Стаття присвячена питанню регулювання розподілу повітря в окремих частинах вентиляційної мережі шахти.

Статья посвящена вопросу регулирования распределения воздуха в отдельных частях вентиляционной сети шахты.

The article is dedicated to a problem of regulation of air distribution in separate parts of the mine ventilation system.

Питання розподілу повітря у вентиляційній мережі пов'язані з регулюванням або впливом природних і штучних чинників на режим вентиляції окремих частин шахти. Вирішення цих питань потребує вивчення загальних закономірностей які діють у вентиляційній мережі.

Розглянемо закономірності зміни витрат повітря на прикладі паралельного з'єднання з двох гілок. Для цього використаємо графоаналітичний метод [1].

Припустимо, що обидві гілки паралельного з'єднання мають однаковий опір ($r_1=r_2$), а режим вентиляції кожної з них визначають координати точки А (рис. 1). Режим вентиляції усього паралельного з'єднання визначає точка (В) пересікання аеродинамічної характеристики (лінія r_n) з приведеною характеристикою паралельного з'єднання (лінія 1).

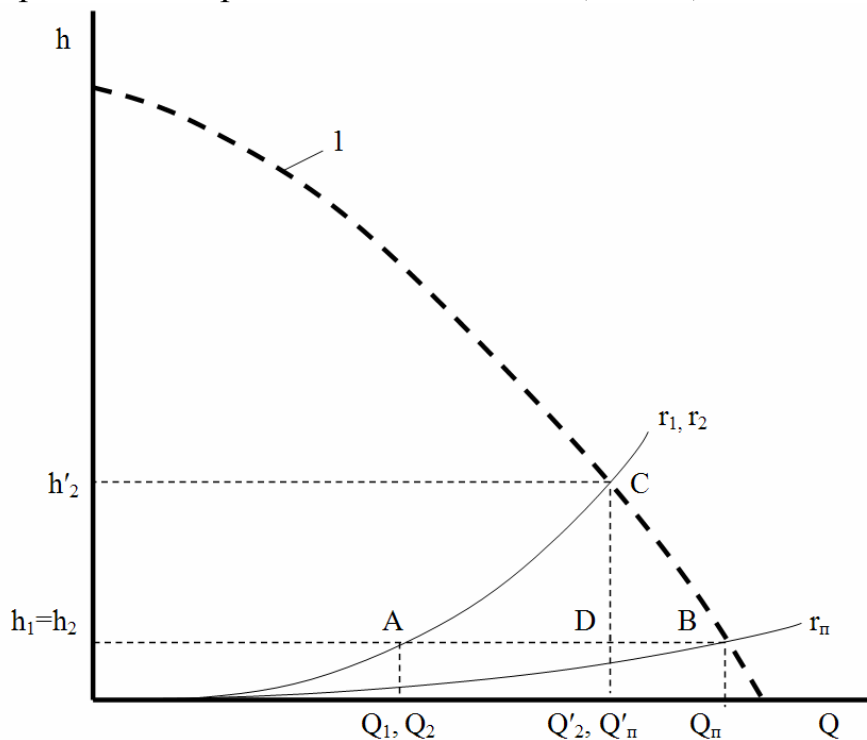


Рис. 1 – Визначення режимів вентиляції паралельного з'єднання

Уявімо собі, що опір однієї з гілок паралельного з'єднання підвищився з r_1 до нескінченності (виробка перекрита щільною перемичкою – негативне регулювання). В цьому випадку опір паралельного з'єднання підвищиться з r_n до $r'_n=r_2$, а режим вентиляції гілки r_2 (і відповідно паралельного з'єднання) будуть визначати координати точки С (h'_2, Q'_2) перетину аеродинамічної характеристики цієї гілки (лінія r_2) з приведеною характеристикою паралельного з'єднання.

Аналіз змін витрат повітря показує, що витрата повітря паралельного з'єднання зменшилася (-) на ΔQ_n (різниця $Q_n-Q'_n$ дорівнює відрізку DB), а витрата повітря в гілці R_2 підвищилася (+) на ΔQ_2 (різниця Q'_2-Q_2 дорівнює відрізку AD).

Порівняння зміни витрат повітря в паралельному з'єднанні (ΔQ_n), в гілці-регуляторі ($Q_1=\Delta Q_1$) і в гілці-об'єкті регулювання (ΔQ_2) дозволяє стверджувати, що найбільша зміна витрати повітря відбулася в гілці-регуляторі (ΔQ_1) і, одночасно, зміна витрати повітря в об'єкті регулювання (ΔQ_2) буде більша ніж зміна витрати повітря в паралельному з'єднанні (ΔQ_n)

$$\Delta Q_1 > \Delta Q_2 > \Delta Q_n. \quad (1)$$

Цей висновок не суперечить властивості вузла вентиляційної мережі [1], але викликає питання: чи повсякчас зберігається ця закономірність? Можливо при зміні опорів гілок паралельного з'єднання зміниться і характер розподілу повітря в цьому з'єднанні?

Виконаємо таку ж саму побудову характеристик в паралельному з'єднанні, але для умов коли аеродинамічний опір обох гілок ($R_1=R_2$) значно більший (рис. 2) ніж у попередньому випадку. Парабола аеродинамічного опору гілок (лінії R_1, R_2) перетинає приведену характеристику паралельного з'єднання (лінія 1) в точці F. Режим провітрювання гілок (R_1, R_2) і паралельного з'єднання до регулювання (R_{II}) визначають координати точок N, M.

Порівняння змін витрат повітря ($\Delta Q_2=NK=\Delta Q_p$) в гілці R_2 (при підвищенні опору R_1 до ∞) і в паралельному з'єднанні ($\Delta Q_n=KM$) дозволяє стверджувати, що в цьому випадку зміни витрати повітря в паралельному з'єднанні ($\Delta Q_n=Q_n-Q'_2$) будуть більші ніж в гілці-об'єкті регулювання ($\Delta Q_o=Q'_2-Q_2$)

$$\Delta Q_n > \Delta Q_o. \quad (2)$$

Отриманий результат (1, 2) дозволяє стверджувати, що при менших опорах гілок регулювання витрат повітря в паралельному з'єднанні більш ефективне. Тобто, відношення $\Delta Q_n/\Delta Q_o$ буде меншим там, де менші абсолютні опори гілки-регулятора і гілки-об'єкта регулювання ($r_1 < R_1, r_2 < R_2$). Інакше кажучи, чим менше аеродинамічні опори гілки-регулятора і гілки-об'єкта регулювання, тим менше зменшення витрати повітря у паралельному з'єднанні і більше збільшення витрати повітря у об'єкті регулювання.

Результати графоаналітичного аналізу було перевірено за допомогою комп'ютерної моделі паралельного з'єднання (рис. 3, ділянка 3-4).

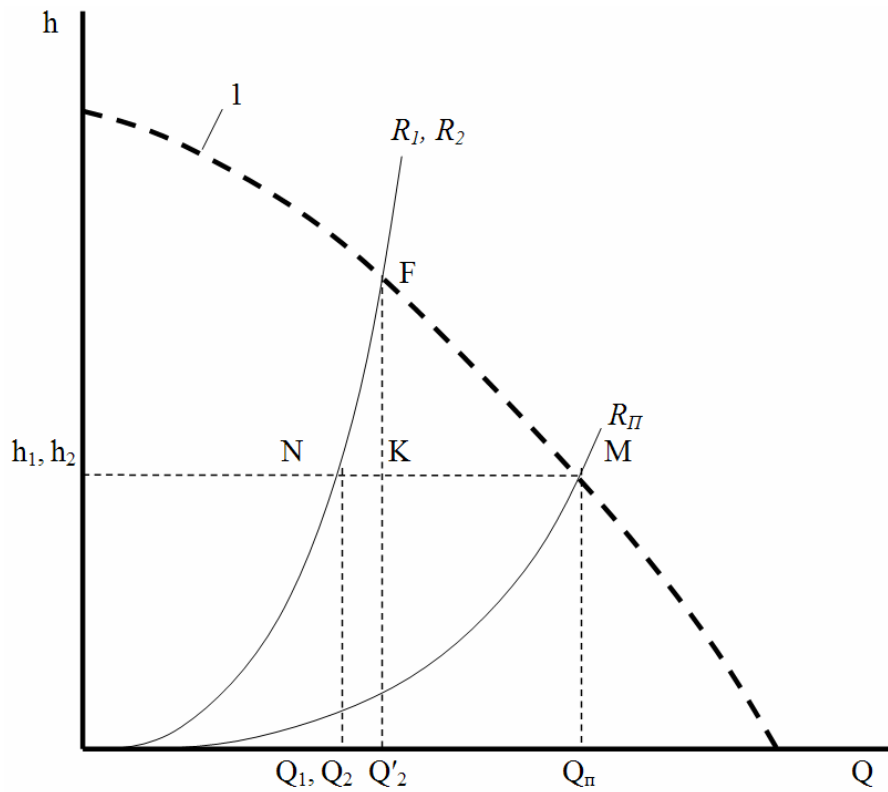


Рис. 2 – Вплив регулювання на режими вентиляції гілок паралельного з'єднання

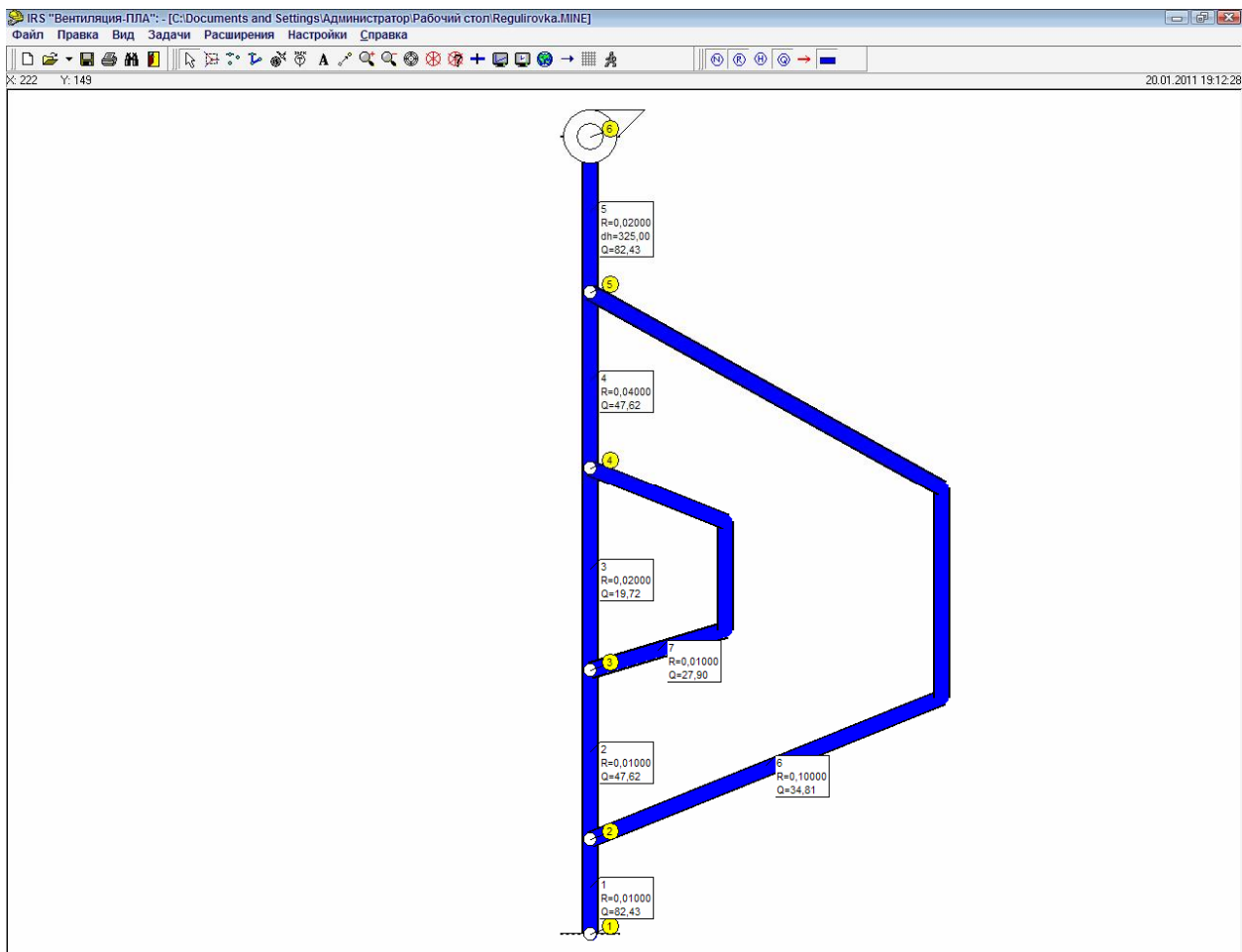


Рис. 3 – Схема комп'ютерної моделі паралельного з'єднання

Результати моделювання наведено у таблицях (табл. 1, 2). В першій таблиці наведено результати моделювання підвищення опору гілки №7 (гілка-регулятор) в 10, 25, 100 разів. Аеродинамічні опори регулятора (R_p) і об'єкта регулювання (R_o) склали відповідно 0,01 і 0,02 Па c^2/m^6 . В табл. 2 наведено результати моделювання після підвищення опору гілки регулятора і об'єкта регулювання в десять разів (ступінь підвищення опору регулятора прийнята така ж, як і у першому випадку – в 10, 25, 100 разів).

Таблиця 1

Результати моделювання в мережі з малими опорами гілок

Опір гілки-регулятора (R_p) – 0,01 Па c^2/m^6 ; витрата повітря (Q_p) – 27,9 м ³ /с Опір гілки-об'єкта (R_o) – 0,02 Па c^2/m^6 ; витрата повітря (Q_o) – 19,73 м ³ /с			
R_p , Па c^2/m^6	Витрати повітря (Q), м ³ /с	Зміни витрат повітря (ΔQ), м ³ /с	$\Delta Q_n/\Delta Q_o$
0,1	$Q_o=31,77$	$\Delta Q_o=12,23$	0,133
	$Q_n=45,98$	$\Delta Q_n=1,64$	
0,25	$Q_o=35,34$	$\Delta Q_o=15,52$	0,146
	$Q_n=45,34$	$\Delta Q_n=2,28$	
1,0	$Q_o=39,07$	$\Delta Q_o=18,35$	0,165
	$Q_o=44,59$	$\Delta Q_o=3,03$	

Таблиця 2

Результати моделювання в мережі зі збільшеними опорами гілок

Опір гілки-регулятора (R_p) – 0,1 Па c^2/m^6 ; витрата повітря (Q_p) – 27,19 м ³ /с Опір гілки-об'єкта (R_o) – 0,2 Па c^2/m^6 ; витрата повітря (Q_o) – 19,22 м ³ /с			
R_p , Па c^2/m^6	Витрати повітря (Q), м ³ /с	Зміни витрат повітря (ΔQ), м ³ /с	$\Delta Q_n/\Delta Q_o$
1,0	$Q_o=23,07$	$\Delta Q_o=6,15$	1,21
	$Q_n=33,39$	$\Delta Q_n=7,47$	
2,5	$Q_o=24,41$	$\Delta Q_o=7,49$	1,27
	$Q_n=31,31$	$\Delta Q_n=9,55$	
10,0	$Q_o=25,62$	$\Delta Q_o=8,7$	1,33
	$Q_n=29,24$	$\Delta Q_n=11,62$	

Аналіз результатів моделювання підтверджує теоретичний аналіз: регулювання розподілу повітря ефективніше в тій вентиляційній мережі, де гілки паралельного з'єднання мають менші абсолютні значення аеродинамічних опорів. Окрім того, вентиляційне збурення, яке виникає у якомусь вентиляційному контурі швидше згасає в мережі з меншими значеннями аеродинамічних опорів гілок паралельних з'єднань. Це видно з порівняння величин ΔQ_n в першій і другій таблицях. Так, при підвищенні опору регулятора в мережі з невеликими опорами величина ΔQ_n змінювалася від 1,64 до 3,03 м³/с, а в мережі з підвищеним опором гілок – від 7,47 до 11,62 м³/с.

Висновки

Встановлено нові властивість вентиляційної мережі:

- ступінь регулювання розподілу повітря ефективніший в тій вентиляційній мережі, де гілки паралельного з'єднання мають менші абсолютні значення аеродинамічних опорів;
- вентиляційне збурення, яке виникає у якомусь вентиляційному контурі швидше згасає в мережі з меншими значеннями аеродинамічних опорів гілок.

Перелік літератури:

1. Трофимов В.О, Булгаков Ю.Ф., Кавера О.Л., Харьковий М.В. Аерологія шахтних вентиляційних мереж. – Донецьк. – 2009. – 87 С.