

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).

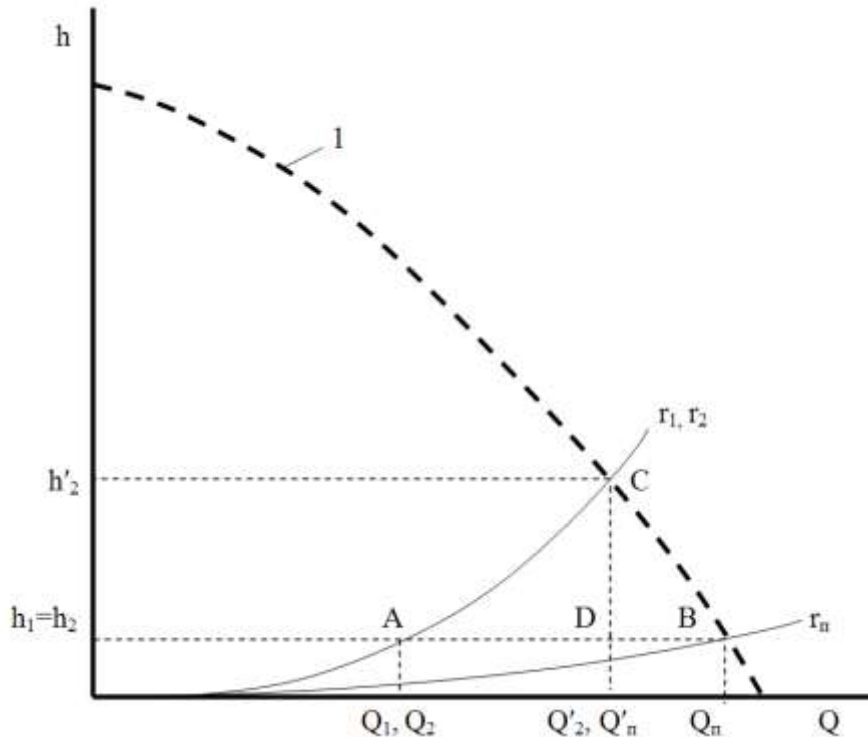


Рис. 1 – Визначення режимів вентиляції паралельного з'єднання

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  $\Delta Q_n$  (різниця  $Q_n-Q'_n$  дорівнює відрізку DB), а витрата повітря в гілці  $R_2$  підвищилася (+) на  $\Delta Q_2$  (різниця  $Q'_2-Q_2$  дорівнює відрізку AD).

Порівняння зміни витрат повітря в паралельному з'єднанні ( $\Delta Q_n$ ), в гілці-регуляторі ( $Q_1=\Delta Q_1$ ) і в гілці-об'єкті регулювання ( $\Delta Q_2$ ) дозволяє стверджувати, що найбільша зміна витрати повітря відбулася в гілці-регуляторі ( $\Delta Q_1$ ) і, одночасно, зміна витрати повітря в об'єкті регулювання ( $\Delta Q_2$ ) буде більша ніж зміна витрати повітря в паралельному з'єднанні ( $\Delta Q_n$ )

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

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  $\infty$ ) 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).

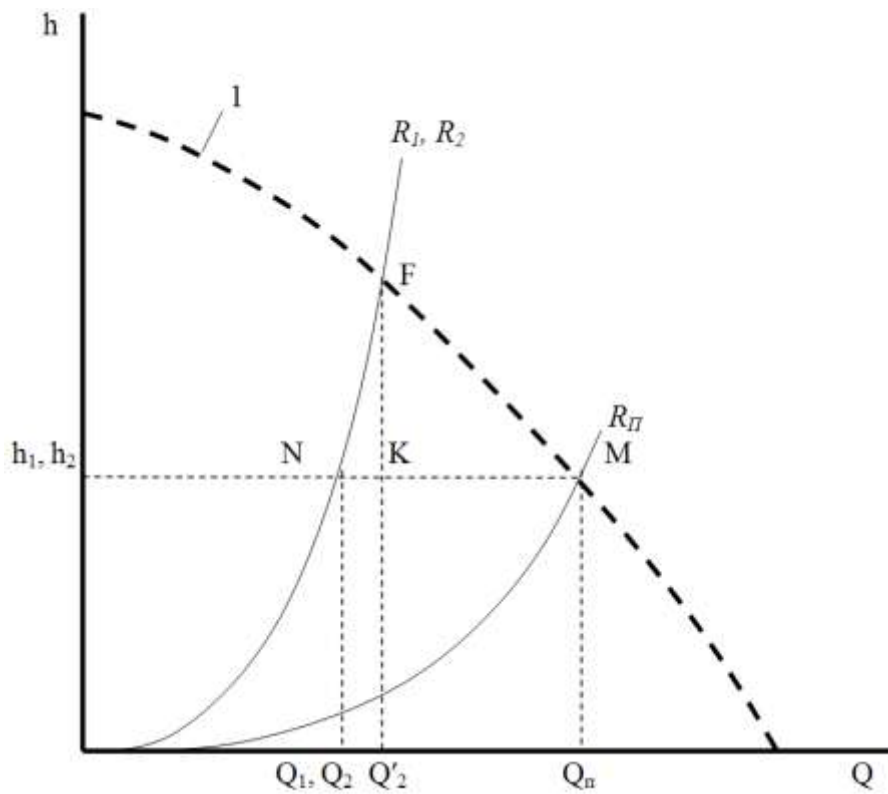


Рис. 2 – Вплив регулювання на режими вентиляції гілок паралельного з'єднання

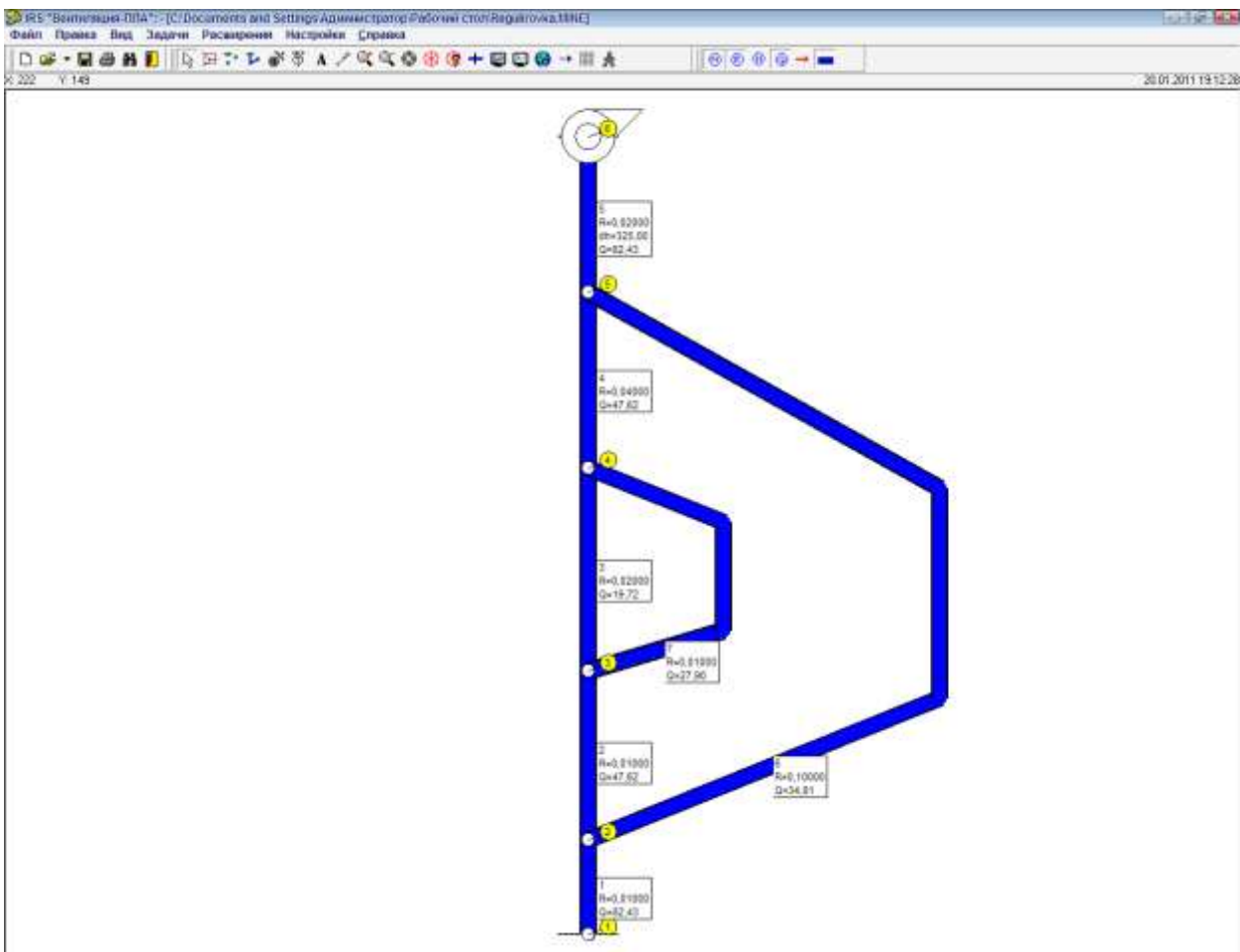


Рис. 3 – Схема комп'ютерної моделі паралельного з'єднання

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  $\text{с}^2/\text{м}^6$ . 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 $\text{с}^2/\text{м}^6$ ; витрата повітря ( $Q_p$ ) – 27,9 $\text{м}^3/\text{с}$ Опір гілки-об'єкта ( $R_o$ ) – 0,02 Па $\text{с}^2/\text{м}^6$ ; витрата повітря ( $Q_o$ ) – 19,73 $\text{м}^3/\text{с}$			
$R_p$ , Па $\text{с}^2/\text{м}^6$	Витрати повітря ( $Q$ ), $\text{м}^3/\text{с}$	Зміни витрат повітря ( $\Delta Q$ ), $\text{м}^3/\text{с}$	$\Delta Q_n/\Delta Q_o$
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 $\text{с}^2/\text{м}^6$ ; витрата повітря ( $Q_p$ ) – 27,19 $\text{м}^3/\text{с}$ Опір гілки-об'єкта ( $R_o$ ) – 0,2 Па $\text{с}^2/\text{м}^6$ ; витрата повітря ( $Q_o$ ) – 19,22 $\text{м}^3/\text{с}$			
$R_p$ , Па $\text{с}^2/\text{м}^6$	Витрати повітря ( $Q$ ), $\text{м}^3/\text{с}$	Зміни витрат повітря ( $\Delta Q$ ), $\text{м}^3/\text{с}$	$\Delta Q_n/\Delta Q_o$
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  $\Delta Q_n$  в першій і другій таблицях. Так, при підвищенні опору регулятора в мережі з невеликими опорами величина  $\Delta Q_n$  змінювалася від 1,64 до 3,03  $\text{м}^3/\text{с}$ , а в мережі з підвищеним опором гілок – від 7,47 до 11,62  $\text{м}^3/\text{с}$ .

### 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.