

С.Ю. Дмитровський, В.В. Ковалишин, к.т.н., с.н.с., Р.Я. Лозинський, к.т.н.
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРОРозПОДІЛУ ДИМОВИХ ГАЗІВ НА ДІЛЯНЦІ КАБЕЛЬНОГО ТУНЕЛЮ ПРИ ПОЖЕЖІ

В замкнутій системі ізолюваної ділянки, сумарні величини витоків пожежних газів і притоків свіжого повітря рівні, що дозволяє розглядати лише дані про притоки повітря, які безпосередньо впливають на зміну концентрації кисню в рециркулюючому потоці

Дослідження повітророзподілу в ізолюваній ділянці кабельного тунелю при створенні в ньому рециркуляції вентиляційного потоку виконане методом математичного моделювання [1]. Аналіз існуючих схем провітрювання кабельних тунелів показав, що у випадку ізоляції ділянки тунелю з вогнищем пожежі рециркуляція вентиляційного потоку може бути здійснена за схемою, приведеною на рис.1.

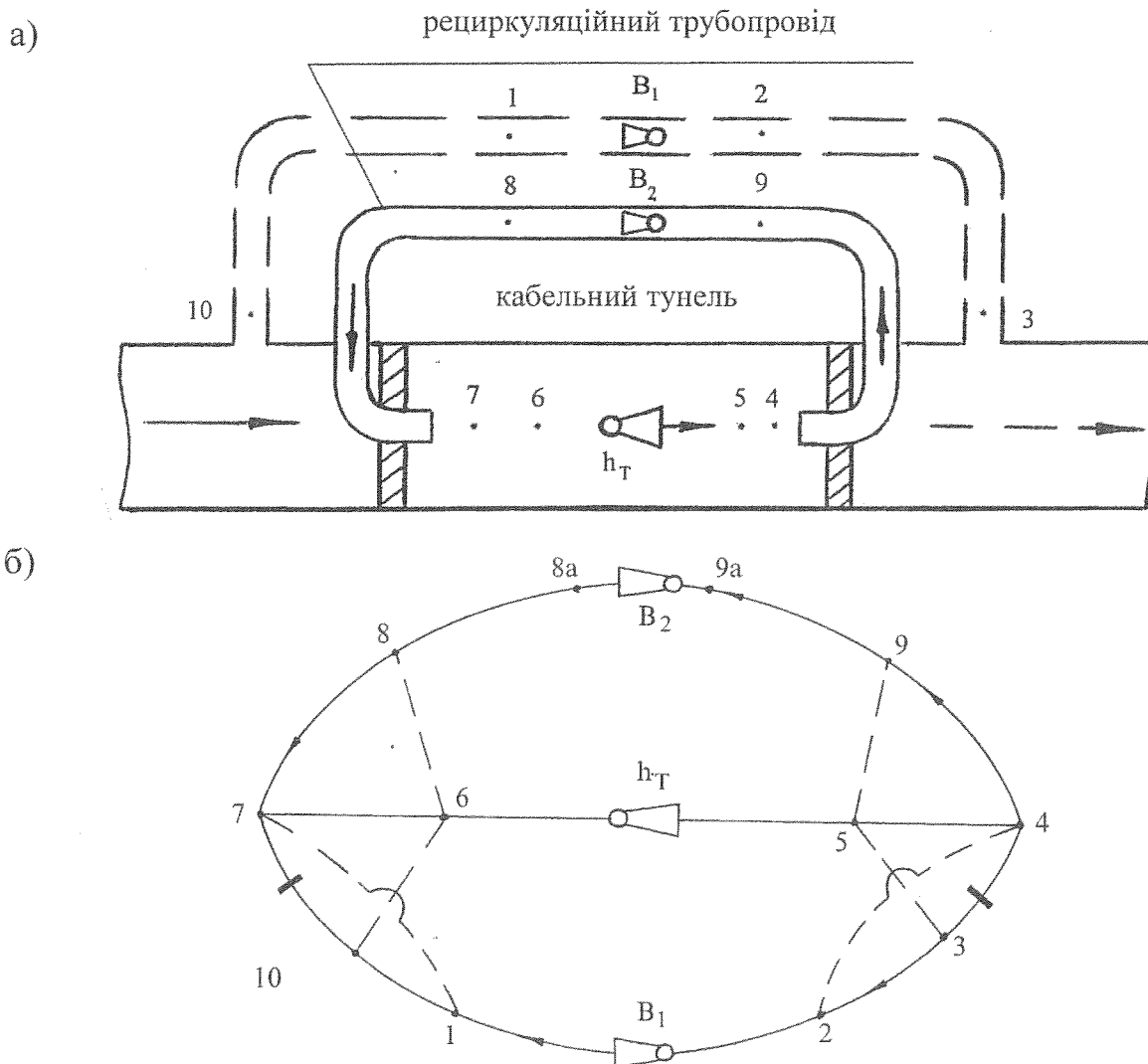


Рис.1. Схема рециркуляційного контуру димових газів на ділянці тунелю з вогнищем пожежі:
а) рециркуляційний контур; б) схема вентиляційних з'єднань

На рис. 1 прийняті наступні позначення:

B_1 – умовний вентилятор, депресія якого прикладена до ділянки, де виникла пожежа, з боку зовнішньої мережі (депресія основного вентилятора, що провітрює тунель, приведена до ізолюваної ділянки);

B_2 – допоміжний вентилятор, завдяки дії якого здійснюється рециркуляція вентиляційного потоку в ізолюваній ділянці;

8, 9 – пункти зосереджених витоків повітря на всмоктувальних і нагнітальній частинах трубопроводу;

3-5, 6-8 і 5-9 – шляхи вентиляційних витоків повітря (через перекриття тунелю і насипний ґрунт над ними);

4-9 – всмоктувальна частина трубопроводу,

7-8 – нагнітальна частина трубопроводу;

h_T – умовний вентилятор, депресія якого відповідає тепловій депресії пожежі;

10-7 і 3-4 – витки повітря через ізолюючі перемички.

При створенні рециркуляції вентиляційного потоку допоміжне джерело тяги, за допомогою якого забезпечується рециркуляційний рух димових газів по замкнутому контуру, може по-різному розміщатися щодо всмоктувальних і нагнітальних струменів. Цей фактор буде впливати на повітророзподіл в ізолюваній ділянці.

Кількісна оцінка зазначеного фактора на повітророзподіл в ізолюваній ділянці виконана на підставі результатів математичного моделювання з використанням ПЕВМ [2]. При цьому аеродинамічні опори елементів замкнутого контуру вибиралися як усереднені значення відповідних величин у реальних умовах [3]. Значення аеродинамічного опору гілок замкнутого контуру стосовно до схеми, показаної на рис. 1, приведені в табл.1, а дані про параметри вентиляторів – у табл.2 (за умови, що характеристики вентиляторів описуються залежностями виду $h = a - b^2$).

Таблиця 1

Аеродинамічний опір гілок розрахункової схеми ізолюваної ділянки кабельного тунелю

Найменування параметра	Гілки розрахункової схеми					
	4-5 6-7	5-6	4-9 7-8	8-9	2-4 1-7	5-3 6-10
Аеродинамічний опір, даПа·с ² /м ⁶	0,2	0,4	2,5	5,0	200	300

Таблиця 2

Параметри джерел тяги

Параметри напірної характеристики	Джерела тяги		
	1-2	5-6	8-9
a , даПа	80	20	740
y , даПа·с ² /м ⁶	0	0	75

Результати моделювання повітророзподілу в ізолюваній ділянці кабельного тунелю при рециркуляції вентиляційного потоку показали, що для обраної вентиляційної схеми місце установки допоміжного вентилятора щодо ізолюючих перемичок незначно впливає на витрату газоповітряної суміші в контурі рециркуляції (зміни не перевищували 1...2 %). Тому детальному аналізу піддані лише дані про витки повітря в різних частинах контуру рециркуляції.

Оскільки, в замкнутій системі ізолюваної ділянки, сумарні величини витоків пожежних газів і припливи свіжого повітря рівні, далі будемо розглядати лише дані про припливи повітря, що безпосередньо впливають на зміну концентрації кисню в рециркулюючому

потоці. З табл. 3 видно, що приплив свіжого повітря через ізолюючу перемичку (вітка 10-7) для розглянутих варіантів змінюється в межах від $0,09 \text{ м}^3/\text{с}$ до $0,47 \text{ м}^3/\text{с}$. Менші значення їх мають місце при установці допоміжного вентилятора з боку свіжого струменя, що надходить у кабельний тунель.

Припливи повітря в трубопровід характеризуються наступними даними. При розташуванні вентилятора з боку вихідного струменя в кабельному тунелі припливи повітря в рециркуляційний трубопровід відсутні.

При розташуванні вентилятора з боку свіжого струменя повітря весь трубопровід знаходиться під розрідженням і сумарні притоки повітря в трубопроводі становлять $0,77 \text{ м}^3/\text{с}$, а при його розташуванні в середній частині трубопроводу – $0,30 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 3

Витоки газоповітряної суміші (притоки повітря) в ізолювану ділянку кабельного тунелю при рециркуляції вентиляційного потоку

Місце установки допоміжного вентилятора	Витоки/ притоки, $\text{м}^3/\text{с}$			
	через перемички	у трубопроводі	внутрішні	усього
З боку свіжого струменя повітря	0,49/0,09	0/0,77	0,97/0,59	1,45
У середній частині трубопроводу	0,39/0,34	0,31/0,30	0,80/0,86	1,50
З боку вихідного струменя повітря	0,14/0,47	0,78/0	0,64/1,09	1,56

Внутрішні притоки повітря для різних місць установки вентилятора становлять від $0,59$ до $1,09 \text{ м}^3/\text{с}$.

Аналіз даних табл. 3 показує також, що окремі види притоків повітря в ізолюваний об'єм у залежності від місця розташування допоміжного вентилятора змінюються значно (до 5 разів), однак сумарна величина притоку змінюється на 7,6 %. Причому, мінімальне значення сумарних притоків повітря складає $1,45 \text{ м}^3/\text{с}$ і спостерігається при розміщенні допоміжного вентилятора з боку свіжого струменя повітря, що надходить до аварійної ділянки. Це дозволяє зробити висновок, що оптимальним місцем розташування допоміжного вентилятора при створенні рециркуляційного потоку пожежних газів є точка максимально наближена до ізоляційної перемички з боку свіжого вентиляційного струменя, що поступає у кабельний тунель.

На рис.2, як приклад, приведений графік зміни тиску.

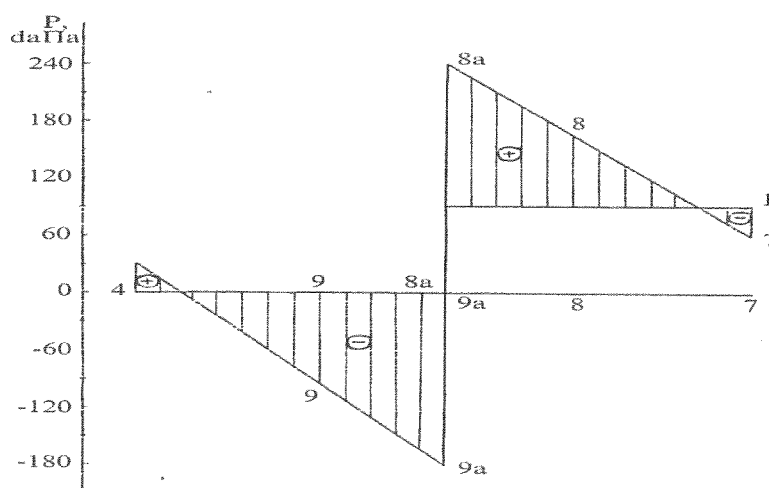


Рис. 2. Графік розподілу тиску в трубопроводі:
 4-9-9a – зміна тиску у всмоктувальній частині трубопроводу;
 8a-9a – депресія допоміжного вентилятора;
 8a-8-7 – зміна тиску в нагнітальній частині трубопроводу

Відзначений вище вплив місця установки допоміжного вентилятора на величину окремих видів притоків повітря пояснюється перерозподілом тиску повітря по довжині замкнутого контуру [4].

Графік побудований за даними моделювання повітродозподілу в ізолюваній ділянці стосовно схеми створення рециркуляційного вентиляційного потоку (рис. 1). До аналізу прийнята ділянка замкнутого контуру – трубопровід 4 – 9 – 9а – 8а – 8 – 7, із вмонтованим у нього вентилятором.

При побудові графіка прийнято, що тиск в тунелі з вихідним струменем рівний нулеві. Оскільки депресія ділянки 4–2 дорівнює $h_{4-2} = P_4 - P_2$, та додаючи до депресії ділянки 4–2 тиск P_2 в тунелі з вихідним струменем одержуємо тиск P_4 у точці 4. Розглядаючи послідовно всі ділянки трубопроводу, визначаємо в такий же спосіб тиск в інших точках, і отримані дані наносимо на графік в осях координат «тиск – довжина трубопроводу».

Проаналізувавши результати моделювання повітряного розподілу (у тому числі і даних, приведених на рис.2) виявили характерний момент у розподілі тиску в трубопроводі, включеному в замкнутий контур. Так результати моделювання показують, що в ряді випадків при розміщенні допоміжного вентилятора відносно тунелю зі свіжим і вихідним струменями наприкінці всмоктувальної частини трубопроводу має місце надлишковий тиск у порівнянні з навколишнім середовищем, а наприкінці нагнітальної частини – розрідження (мається на увазі, що початок всмоктувальної і нагнітальної частин трубопроводу знаходиться біля вентилятора). При цьому розрідження наприкінці нагнітального трубопроводу створюється як при розташуванні вентилятора в середній частині трубопроводу, так і при розташуванні його з боку вихідного струменя. Зона розрідження наприкінці нагнітальної вітки трубопроводу може сягати 0,1...0,2 його довжини, а в окремих випадках така зона наприкінці нагнітальної частини трубопроводу може бути відсутня.

Утворення зони розрідження наприкінці нагнітальної частини трубопроводу залежить також від депресії, прикладеної до аварійної ділянки з боку зовнішньої вентиляційної мережі. При цьому, чим більша депресія ділянки, тим більша частина рециркуляційного трубопроводу знаходиться під розрідженням. Зона розрідження в нагнітальній частині трубопроводу не створиться у випадку, якщо при роботі допоміжного вентилятора витоки повітря через ізолюючу перемичку на свіжому струмені дорівнюють нулеві або ними можна знехтувати. Умови виключення можливості утворення зони розрідження в нагнітальній частині рециркуляційного трубопроводу можна визначити зі співвідношення

$$h_a \geq \frac{(R_{\text{тун}} + R_{\text{тр}})h_{\text{уч}} + R_{\text{тр}} \cdot h_{\text{т}}}{R_{\text{тун}}} \quad (4.1)$$

де h_a , $h_{\text{уч}}$, $h_{\text{т}}$ – депресія допоміжного вентилятора, депресія аварійної ділянки і тепла депресія пожежі, відповідно, Па;

$R_{\text{тун}}$, $R_{\text{тр}}$ – аеродинамічний опір ізолюваної ділянки кабельного тунелю і трубопроводу, відповідно, $\text{Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$.

Якщо при рециркуляції пожежних газів притоки повітря великі, зниження вмісту кисню в зоні горіння не відбувається. У цьому випадку підвищити ефективність гасіння пожежі можна шляхом додаткової подачі інертного газу в рециркуляційний потік [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Топчиенко Б.И., Зипченко И.Н. Схема вентиляційних з'єднань ізолюваної ділянки при рециркуляції пожежних газів // Гірничорятувальна справа: Сб. научн. праць / НИИГД – 1994. – С. 61–63.

2. Ярембаш І.Ф., Зипченко І.Н., Ревякін А.В. Комп'ютерне моделювання динаміки температури в ізолюваному в'ємочном ділянці шахти при рециркуляції пожежних газів // Гірничорятувальна справа: Сб. научн. праць / НИИГД – 1999. – С. 126–131.

3. Лебедев В.И., Смоланов С.Н. Особенности гасіння ізольованих підземних пожеж багаторазовим реверсуванням вентиляційних струменів // Гірничорятувальна справа: Сб. научн. праць / НИИГД – 2001. – С. 57–61.

4. Паиковский П.С., Попов Э.А. і ін. Параметри подачі газоподібного азоту в рециркулюючий потік пожежних газів // Гірничорятувальна справа: Сб. научн. праць / НИИГД – 2002. – С. 16–22.

5. Лепихов А.Г. Про рециркуляційні потоки в шахтних вентиляційних мережах (ШВС) // Докл. 2 Всерос. научн.-практ. конференції, Санкт-Петербург, 1997, т. 3. – С. 85–88.

*А.В. Антонов, к.т.н., А.В. Гамера, к.х.н., В.О. Дунюшкін, к.т.н.
(Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України)*

ЕКОЛОГІЧНІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОНАННЯ УКРАЇНОЮ ВИМОГ СТОКГОЛЬМСЬКОЇ КОНВЕНЦІЇ ПРО СТІЙКІ ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ

Наведено огляд стану і шляхів виявлення проблем зниження негативного впливу на життєдіяльність населення України та довкілля стійких органічних забруднювачів у контексті вимог Стокгольмської конвенції.

17 травня 2004 року люди в різних країнах світу відзначали вступ в дію першого глобального договору із заборони деяких найбільш отруйних хімічних речовин. Цей глобальний договір має назву - Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ).

Ідея конвенції про СОЗ народилась у Ріо-де-Жанейро в 1992 році, коли учасники конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку заявили, що всі люди „мають право на здорове та плідне життя в гармонії з природою”. Для втілення цього принципу в життя, в Ріо-де-Жанейро було вирішено, що провідні індустриальні держави повинні здійснювати співробітництво із державами, які розвиваються. Це співробітництво повинно мати вигляд фінансової та технічної допомоги для того, щоб гарантувати контроль та скорочення токсичних, стійких та з високим рівнем біоаккумуляції сполук та відходів.

Джерелом та законодавчим підґрунтям для переговорів з Конвенції про СОЗ було рішення 19/13С від 07.02.1997 Ради Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП). Переговори тривали два з половиною роки і наприкінці 2000 року їх було успішно завершено. В травні 2001 року в Стокгольмі на Дипломатичній конференції повноважних представників 127 країн світу відбулося підписання (у тому числі і Україною) тексту Конвенції про СОЗ. Після того, як 50 країн світу ратифікували Стокгольмську конвенцію, вона набрала чинності.

Конвенція про СОЗ націлена на скорочення використання і наступну повну ліквідацію 12-ти особливо токсичних СОЗ, які назвали „брудною дюжиною”: діхлордифенілтрихлоретан (ДДТ); діелдрин; альдрин; гептахлор; мірекс; токсафен; ендрин; хлордан; гептахлорбензол (ГХБ); поліхлоровані біфеніли (ПХБ); поліхлоровані дібензо-пара-діоксини (ПХДД) і дібензофурані (ПХДФ).

Ця конвенція також передбачає створення системи для вирішення проблеми додаткових до „брудної дюжини” хімікатів, обумовлених у якості неприйнятно небезпечних. Речовини, які віднесено до СОЗ- Persistent Organic Pollutants (POP's), відносяться до різних класів хімічних сполук, але їх об'єднує чотири загальні властивості : високотоксичність; стійкість до розкладання; здатність випаровуватись та переноситись на великі відстані у повітрі та воді; акумулювання у жирових тканинах [1].