

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

ЗМІНА ТЕМПЕРАТУРИ У ВІДСІКАХ КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛІВ У ХОДІ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Наведені результати полігонних випробувань по гасінню рециркуляцією продуктів горіння кабельного тунелю, в якості якого використовувався димовий штрек шахти «Візейська».

У даний час у тунелі закладаються нові типи кабелів. Однак частота їх загорання не знижується. Причини цього – зварювальні роботи, електричні короткі замикання, руйнування ізолювальної оболонки кабелів та її "пробої" при стрибкоподібній зміні напруги.

Пожежі в тунелях характеризуються швидким розвитком [1, 2]. Обсяг відсіку тунелю 200 м³ заповнюється продуктами горіння через 1,5...2,0 хв. За цей же час температура в поперечному перерізі тунелю в 15 см від верхнього перекриття досягає 200 °С, через 8 хв після загорання – 600 °С, і через 9...12 хв. може становити 800 °С.

Під впливом високої температури плавиться мастика, бітум і смола, що просочують оболонку кабелів. Палаюча розплавлена маса може стікати на нижче розташовані електролінії й запалювати їх. Оголення струмопровідних жил кабелів супроводжується черговими короткими замиканнями в електромережі.

Такі аварії приводять до великих матеріальних збитків. Пошук нових способів їх ліквідації – актуальне завдання.

Відомі способи гасіння пожеж водяними завісами, повітряно-механічною піною й шляхом заповнення аварійного об'єму інертними газами або вогнегасними порошками в умовах тунелів малоефективні з багатьох причин.

При горінні полівінілхлоридної ізоляції кабелів виділяється велика кількість хлористого водню, що вступає в хімічну реакцію з водою. Продуктом реакції є пари соляної кислоти. Кислота пошкоджує дороге устаткування й опалубку тунелю. Руйнування залізобетонних конструкцій під впливом цього фактора може тривати роками. При стрибкоподібному підвищенні температури з пухирців піни вивільняється повітря, його кисень підтримує і навіть прискорює процес горіння. Інертні гази й порошки мають низьку теплоємність і нерідкі випадки рецидиву пожежі після поновлення провітрювання тунелю, попередньо заповненого цими речовинами.

Аналіз результатів практичного досвіду гасіння пожеж на шахтах [3-7] свідчить про високу ефективність способу рециркуляції – вентиляційного впливу на вогнище пожежі.

Метою наших досліджень є визначення можливості застосування цього способу для гасіння кабельних тунелів, охолодження аварійних відсіків тунелів після припинення горіння кабелів за рахунок надходження у відсік газів з низьким вмістом кисню.

Відсіки тунелю довжиною 20...30 м, створюються після автоматичного закриття протипожежних дверей P_1 і P_2 з боку свіжого й вихідного вентиляційного струменів відповідно. Контур рециркуляції утворюється за допомогою трубопроводу, прокладеного через поверхню. Граничні перетини трубопроводу розташовані усередині відсіку біля дверей. Рух газів по контуру здійснюється завдяки депресії допоміжного вентилятора, встановленого на трубопроводі. Ізольований об'єм відсіку незначний у порівнянні з об'ємом контура виробок ізольованих ділянок шахт кабельних тунелів, тому пожежні гази можуть практично не охолоджуватися після проходження циклу рециркуляції й сповільнювати вистигання нагрітої опалубки. Для перевірки наших тверджень, математичних моделей у 2007 році проводились полігонні випробування в тренувальному тунелі шахти № 8 «Візейська» в селищі Соснівка Львівської області у 2007 році.

Методика проведення експерименту. Схематично планування тунелю та розташування обладнання показано на рис. 1. Вхідні та вихідні дверні перерізи були з'єднані рукавами від димовсмоктувачів (з металевими кільцями) загальною довжиною 24 м та діаметром 500 мм. На відстані 4 м., від всмоктувального отвору був розташований вентилятор продуктивністю 25 м³/хв. Всмоктуючий трубопровід був закріплений у верхній частині проїому, відповідно забір продуктів горіння проводився у верхній частині дверного перерізу, а подавались гази вентилятором по рукаву діаметром 500 мм зі зворотної сторони тунелю у нижню частину дверного перерізу. Отвори з обох сторін закривались щитами в яких вирізались отвори для трубопроводів.

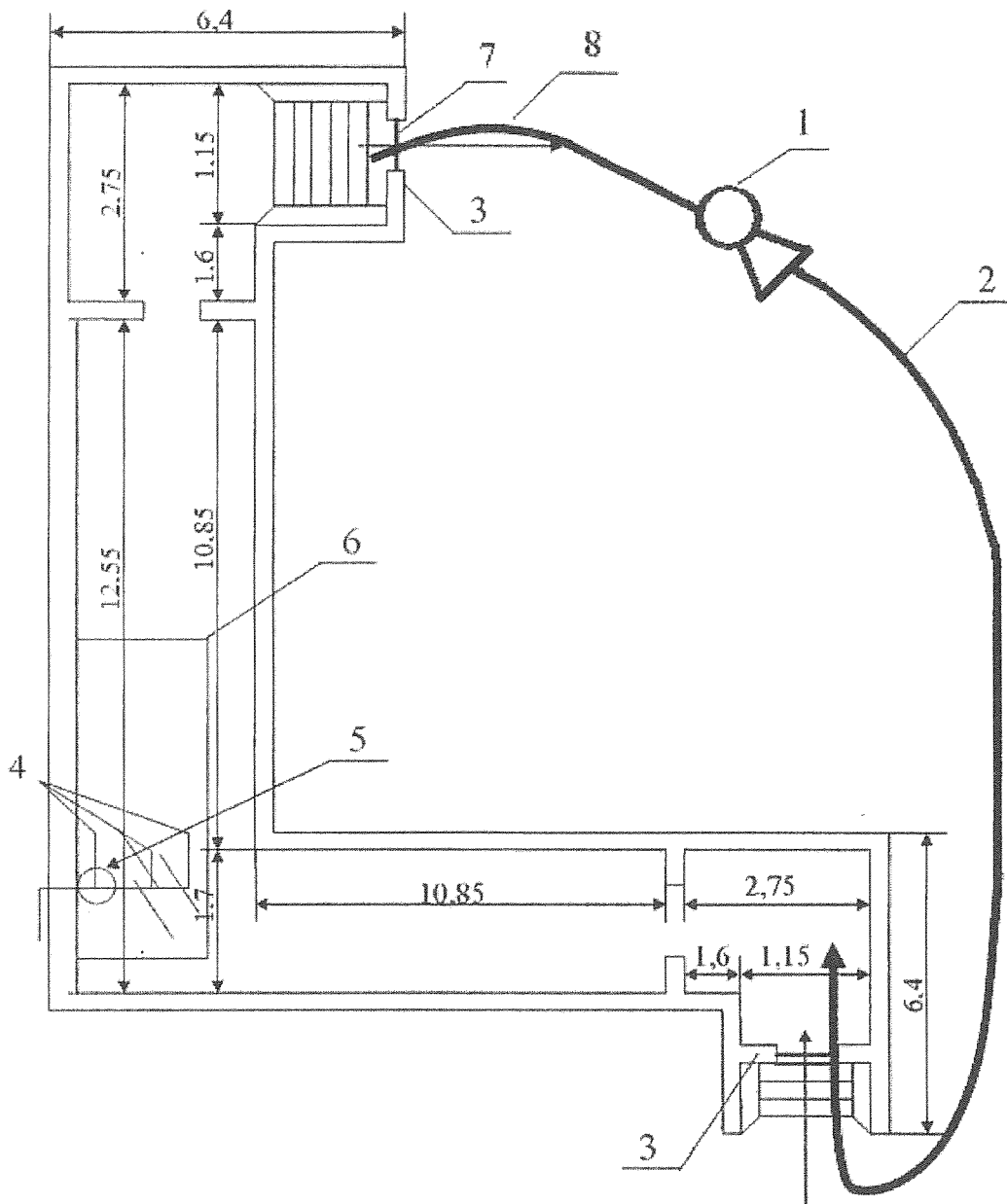


Рис. 1. Схема полігонних випробувань з гасіння кабельного тунелю.
 1 – вентилятор; 2 – напірний рукав Ø 500 мм; 3 – перегородки;
 4 – термопар; 5 – отвір під термопар; 6 – пожежезне навантаження;
 7 – щити; 8 – всмоктуючий рукав Ø 500 мм.

Примітка: Висота кабельного тунелю – 2,2 м.

В якості пожежного навантаження було використано кабельну продукцію, кабелі марки КГЕШ та ін. загальною масою 50 кг, розподіленою на площі 2×1,5 м. Місце розташування пожежного навантаження вказано навпроти термопар в тунелі. Підпалювання пожежного навантаження здійснювалось 2 л дизельного пального. Час вільного розвитку горіння становив 5хв. Параметри середовища (концентрація газів, температура середовища) почали визначати в момент включення вентилятора. Температуру вимірювали хромель-алюмелевою термопарою. Термопары розташовувались на висоті 45см – нижня, 1,5 м – верхня, 70см від стелі. Вони були підключені до мілівольтметрів за допомогою котрих і визначалась температура. Концентрація газів визначалася на хроматографі Хром – 5, газ – носій – водень, детектор – катарометр, напруга на детекторі – 140мВ.

Результати експерименту. Експеримент проводився 15 хвилин. Визначались температура на двох рівнях в зоні горіння та % газів (CO, CO₂, O₂) див. табл. 1.

Таблиця 1

Результати експерименту. Зміна температури та об'ємної долі продуктів горіння CO₂, CO та вмісту кисню в процесі рециркуляції продуктів горіння

Час, (хв) з початку горіння	Концентрація газів			Температура, °С	
	С(O ₂), %	С(CO ₂), %	С(CO), %	Нижня термопара на рівні 0.45 м	Верхня термопара на рівні 1.5 м
5	20,27	1,5	0,75	437	122
6	20,00	1,8	1,81	435	93
7	19,9	2,3	1,75	569	91
8	17,9	3,2	2,0	624	92
9	17,8	4,5	2,8	628	94
10	17,5	4,7	2,9	621	89
11	17,3	4,8	3,1	385	50
12	17,1	5,0	3,2	273	49
13	16,9	5,1	3,4	174	47
14	17,1	5,2	3,4	145	44

Експеримент проводився в тунелі розмірами зазначеними на рис.1. На 5 хвилину тунель повністю був заповнений димом відсоток кисню становив 20,27%, CO₂ – 1,5%, CO – 0,75%. Температура середня 437°С на нижніх термопарах і 122°С на верхній. Відсоток газів CO і CO₂ з часом зростає. Об'єм тунелю становить W=115 м³. Потужність вентилятора q=25м³/хв. Час однократної заміни газів в тунелі становить

$$\tau = W / q = 115 / 25 = 4,6 \text{ хв.}$$

На рис.2 ми можемо бачити як змінювались об'ємні долі газів кисню, чадного та вуглекислого газу. Відсоток кисню після припинення горіння, а це десята хвилинка, становив 17,5% і практично до 14 хвилини змінювався на незначну величину 17%. Незначні зміни можна пояснити тлінням яке продовжувалось і на 14 хвилині експерименту, про що свідчать і показники нижньої термопары див. рис.3 – температура у вогнищі 145°С. На 14 хвилині доза CO в повітрі для людини смертельна 3,4%. Достатньо 1% CO, щоб наступила миттєва смерть для людини [8]. Це говорить про те, що в ніякому разі навіть після припинення горіння не можна входити в тунель без засобів індивідуального захисту органів дихання. На 14 хв. експерименту показники стабілізувались, але при відкриванні дверей на 15 хв. горіння поновилося через 5 хвилин (це пояснюється доступом кисню і температурою вогнища 140°С), що говорить про необхідність більш довшого охолодження, а для швидшого гасіння

– подачі інших вогнегасник речовин наприклад, подачі води до продуктів горіння. На необхідність більш довшого і ефективного охолодження вказують результати експерименту, 15 хвилинна рециркуляція дозволила знизити температуру в тунелі до 40° С, що дозволяє працювати ланкам ГДЗС, а в той же час температура вогнища 140 °С.

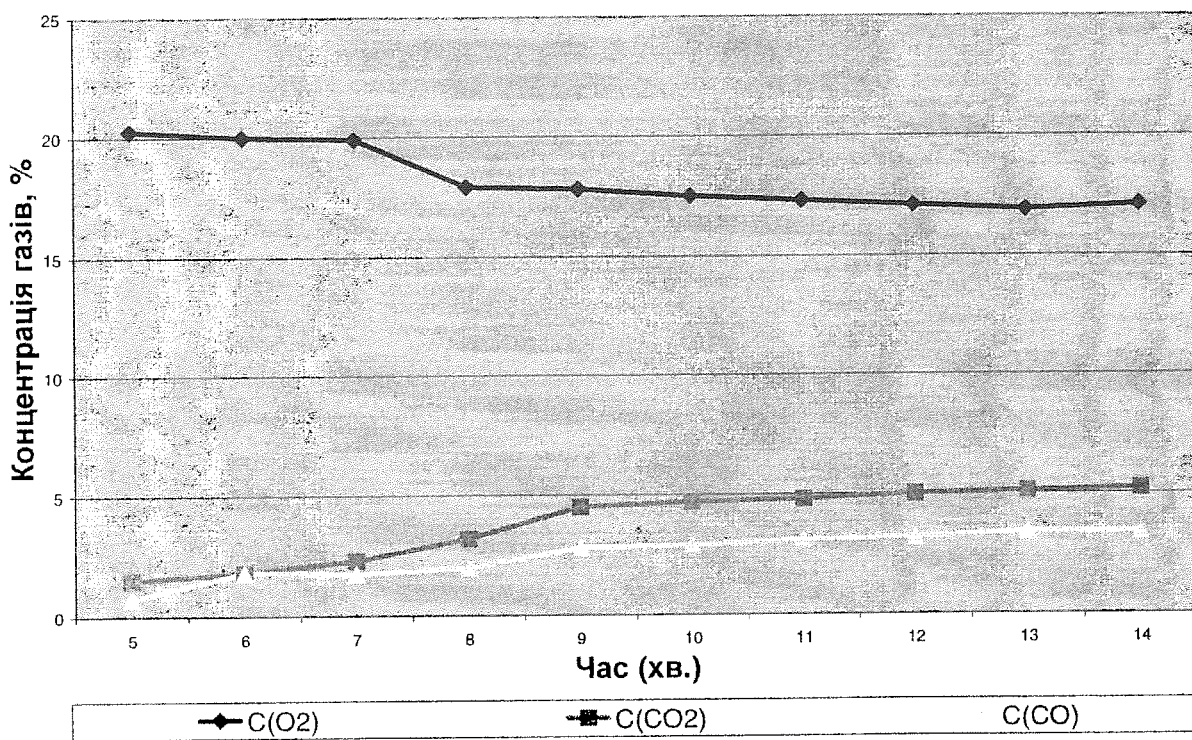


Рис. 2. Зміна об'ємної долі продуктів горіння та інших газів під час гасіння пожеж в кабельному тунелі методом рециркуляції продуктів горіння

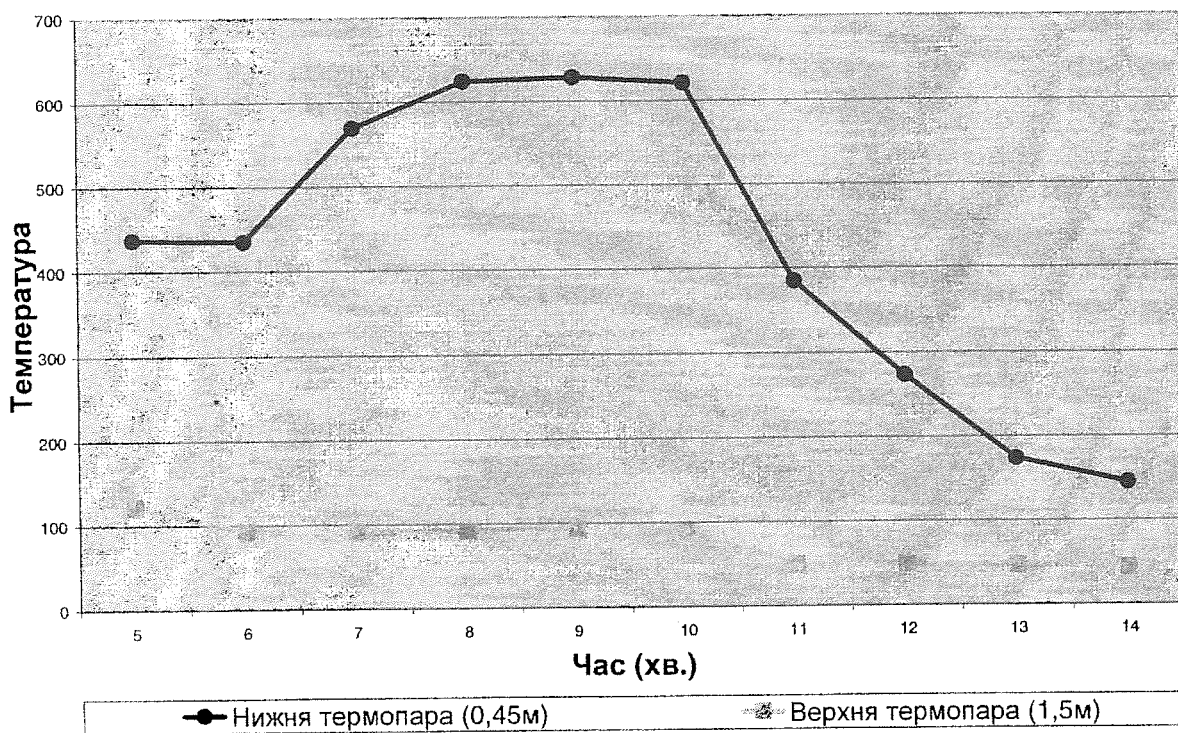


Рис. 3. Динаміка зміни температури в кабельному тунелі при гасінні методом рециркуляції

Висновки:

1. В результаті проведених досліджень доведена можливість та ефективність застосування рециркуляції для гасіння пожеж у кабельних відсіках тунелів.
2. Різке пониження температури та ліквідація полум'яного горіння настає на 11 хв. від початку горіння. Полум'яне горіння припиняється при двократному газообміні в тунелі. Відповідно до проведеного розрахунку на цей час було забрано і подано назад в тунель приблизно 200 м³ газів, що знаходились в тунелі.
3. Є необхідність у визначенні кількості води на охолодження продуктів горіння.
4. Огляд кабельного тунелю після гасіння обов'язково проводити в засобах індивідуального захисту органів дихання та з засобами пожежогасіння.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Автоматика для кабельных сооружений / Ицков А., Макаров В., Александров В. // Пожарное дело / ВНИИПО МВД СССР, 1977. - №12. - С. 21-22.
2. Профилактика кабельных пожаров = Preventing fires in cable groupings / Jergensen James R., Navton Paul // Power. - 1978, 122. - №8. - S. 46-49.
3. Тушение изолированных подземных пожаров / П.С. Пашковский // Уголь Украины. - 2001. - № 6.
4. Kukichka A. Likwidacja pol pozarowich metode, rezyrkulacji zneutralizowanych gazow pozarowuch: Wiadom. gorn., 1983. №5, s. 106-115.
5. Смоланов С.Н. Ликвидация сложных подземных аварий методами вентиляционного воздействия - Днепропетровск: Наука и образование, 2002. - 270 с.
6. Топчиенко Б.И., Зинченко И.Н. Схема вентиляционных соединений изолированного участка при рециркуляции пожарных газов // Горноспасательное дело: Сб. научи, трудов / НИИГД. - 1994. - С. 61-63.
7. Лепихов А.Г. О рециркуляционных потоках в шахтных вентиляционных сетях (ШВС) // Докл. 2 Всерос. научн.-практ. конференции, С.-Петербург, 1997, т. 3.-С. 85-88.
8. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. - М.: Недра, 1983.-312 с.
9. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. - М.: Мир, 1980. - 616с.
10. Чернов С.М., Ковалишин В.В. Ізолюючі апарати. Обслуговування та використання - Львів: Сполум, 2002. -194 с.