

*В.В. Ковалишин, канд. техн. наук, доцент, Т.В. Бойко, Р.Я. Лозинський, канд. техн. наук, доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЕРТНОЇ ПІНИ

В статті приведені результати гасіння інертною піною. Гасіння проводили в установці розмірами 0,7x2,1x0,5 м. Встановлена ефективність цього способу гасіння. Результати гасіння інертною піною кращі від результатів гасіння простою рециркуляцією в двічі. Гасіння інертною піною проходить швидше в часі. В першу хвилину гасіння інертною піною зниження максимальної температури відбувається з 700 °С до 400 °С. Тривалий час в процесі гасіння інертною піною зберігається високий відсоток CO<sub>2</sub>, що сприяє інертизації середовища. Подачу піни треба здійснювати не зважаючи на зникнення полум'яного горіння та продовжувати до зниження температури нижче 150 °С в зоні горіння, не менше 3 хвилин.

*Ключові слова:* інертна піна, ефективність гасіння, горіння кабельної продукції.

Гасіння пожеж кабельних тунелів є актуальною проблемою. В Україні з 2000 до серпня 2010 року в кабельних тунелях виникло 48 пожеж, унаслідок яких загинуло 3 людини, прямі збитки склали 211 тис. грн; побічні – 614 тис. грн.

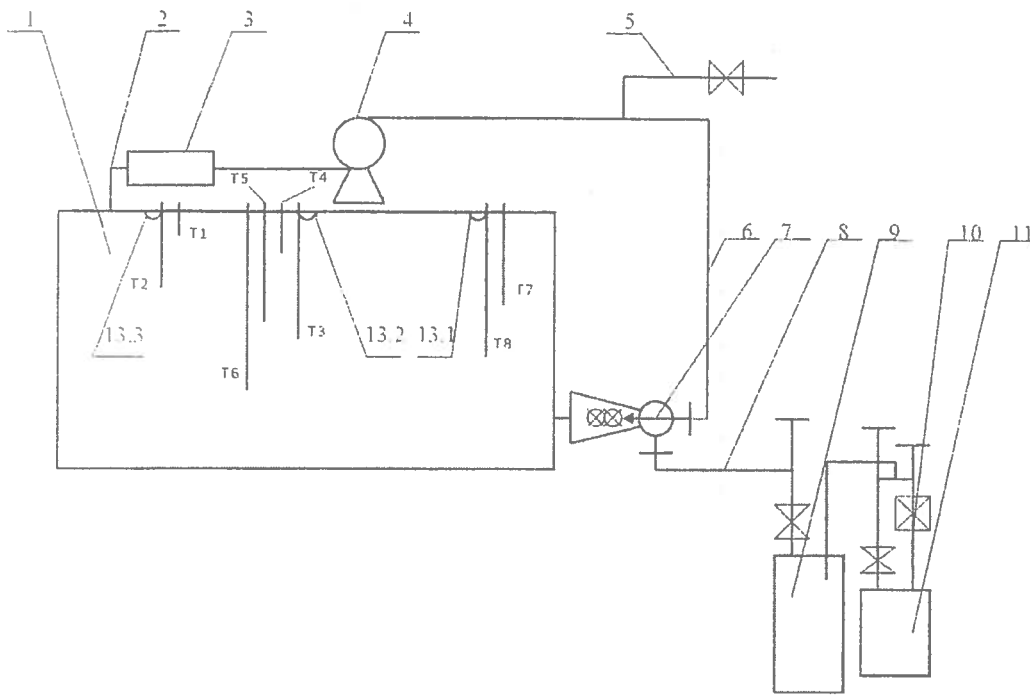
Основними причинами пожеж були необережне поводження з вогнем – 21 пожежа (43,8% від загальної кількості) та порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 17 пожеж (35,4%); від інших причин сталося 10 пожеж (20,8%). Нормативними документами передбачено гасіння пожеж в кабельних тунелях автоматичними установками пожежогасіння. Але не завжди їх використання є ефективним. Українськими вченими Пашковським П.С., Мамаєвим В.В., Лозинським Р.Я., Дмитровським С.Ю. проведено ряд досліджень з гасіння пожеж у великих об'ємах (шахти, кабельні тунелі) парогазовими струменями, методом рециркуляції продуктів горіння [1, 3, 5, 6].

Основною метою роботи є визначення ефективності гасіння інертною піною в закритих об'ємах.

Для порівняння ефективності гасіння різноманітних пожеж в закритих об'ємах в Львівському державному університеті БЖД створена установка визначення ефективності гасіння (рис. 1).

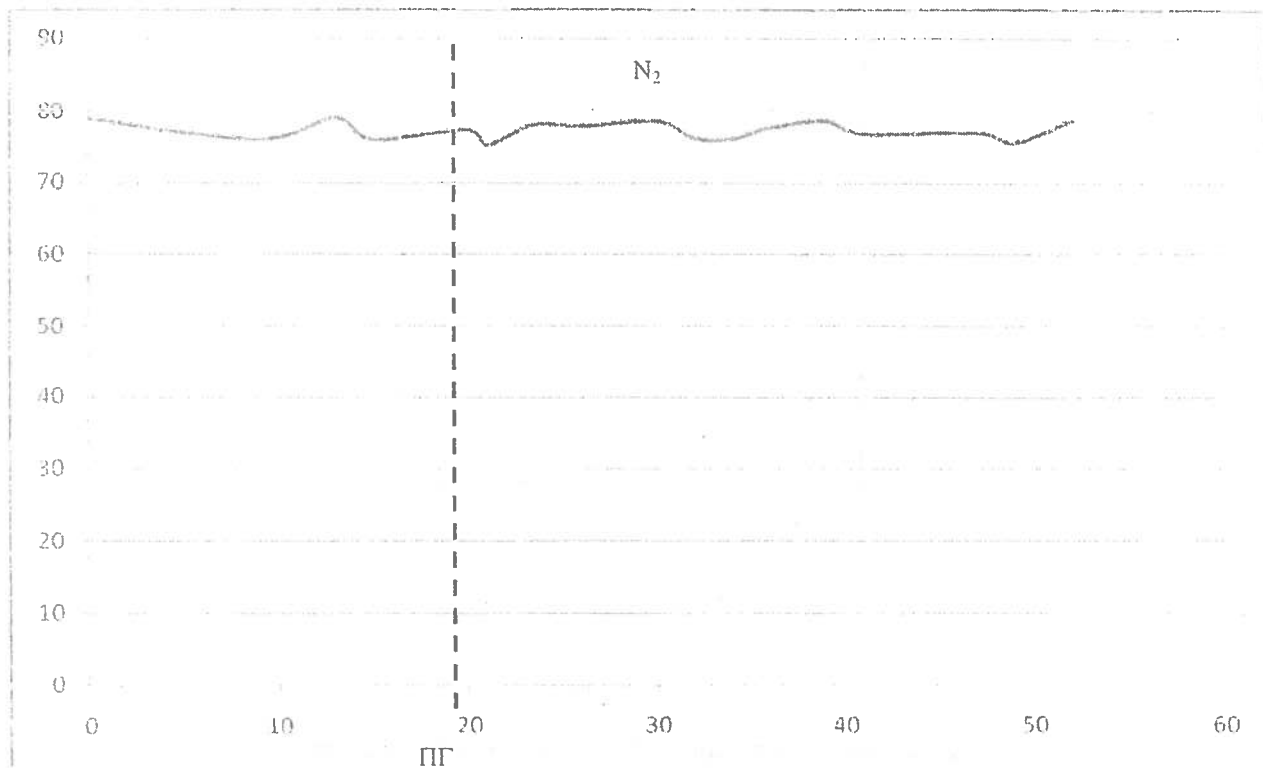
Леткі продукти згорання, після вмикання вентилятора 4 (швидкість роботи якого регулюється), потрапляють в холодильник 3, в якому охолоджуються. Охолоджені до температури 80 °С леткі продукти згорання потрапляють в нагнітальний трубопровід і трубопровід для викиду в атмосферу 5.

Для проведення рециркуляції чи гасіння піною закривається вихід в атмосферу шибєрною засувкою з'єднувального трубопроводу 5, на якій є позначки для регулювання кількості видалених газів (100%, 75% і 50%). Для подачі піни до камери згорання відкривається балон з повітрям 11, витіснений розчин піноутворювача потрапляє до генератора піни. Температура в камері згорання не менше 400 °С. Кабельна продукція розміщується на полицях на висоті 10, 20, 30 см від нижнього рівня камери. В камеру згорання завантажують до 20 кг кабельної продукції (за необхідності це може бути деревина, горючі рідини і т.ін.). Перед завантаженням кабелів камера прогрівається газовим пальником 15-20 хвилин. Підпалюють кабельну лінію протягом 5-15 хв газовим пальником, з довжиною полум'я 15 см у трьох місцях до стійкого видимого горіння, при відкритих засувках камери та видаленням продуктів горіння в атмосферу.

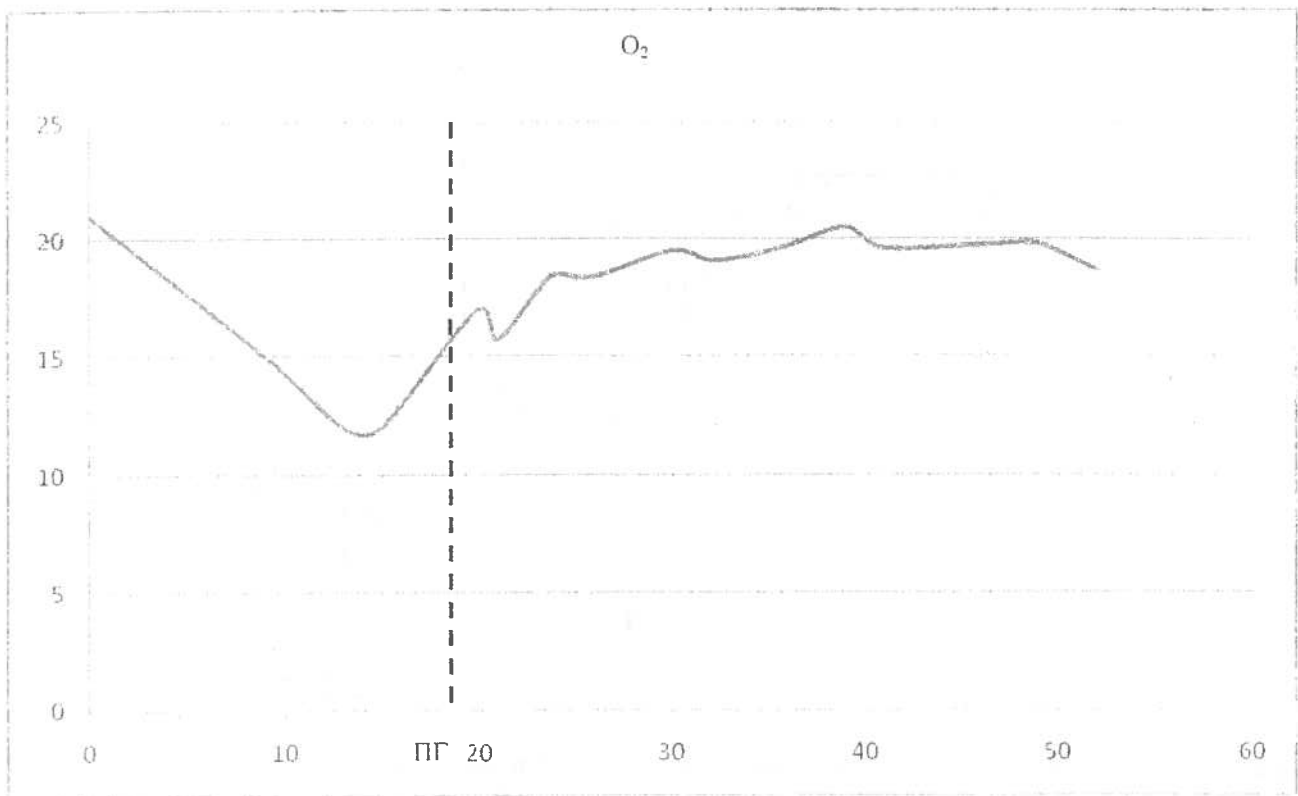


**Рис.1.** Установки визначення ефективності гасіння різними вогнегасними речовинами в закритих об'ємах класу «А», «В», «Е»:

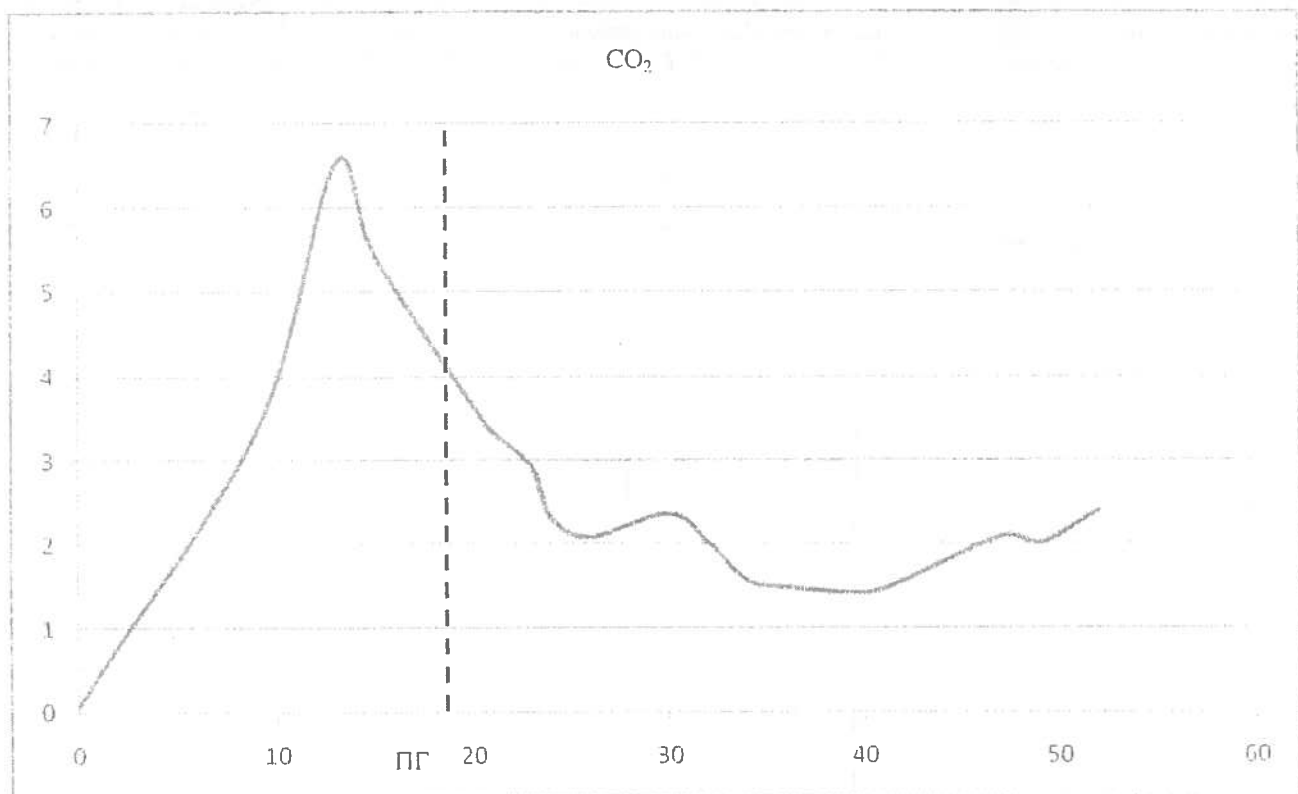
1 – камера згорання випробувальної установки, 2 – всмоктувальний трубопровід, 3 – холодильник, 4 – вентилятор, 5 – трубопровід для з'єднання з атмосферою, 6 – напірний трубопровід, 7- генератор піни, 8 – трубопровід для подачі розчину ПУ, 9 – балон для зберігання розчину ПУ, 10 – редуктор, 11 – балон зі стисненим повітрям (інертним газом), T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 – термометри, 13.1– 13.3 – отвори для відбору проб



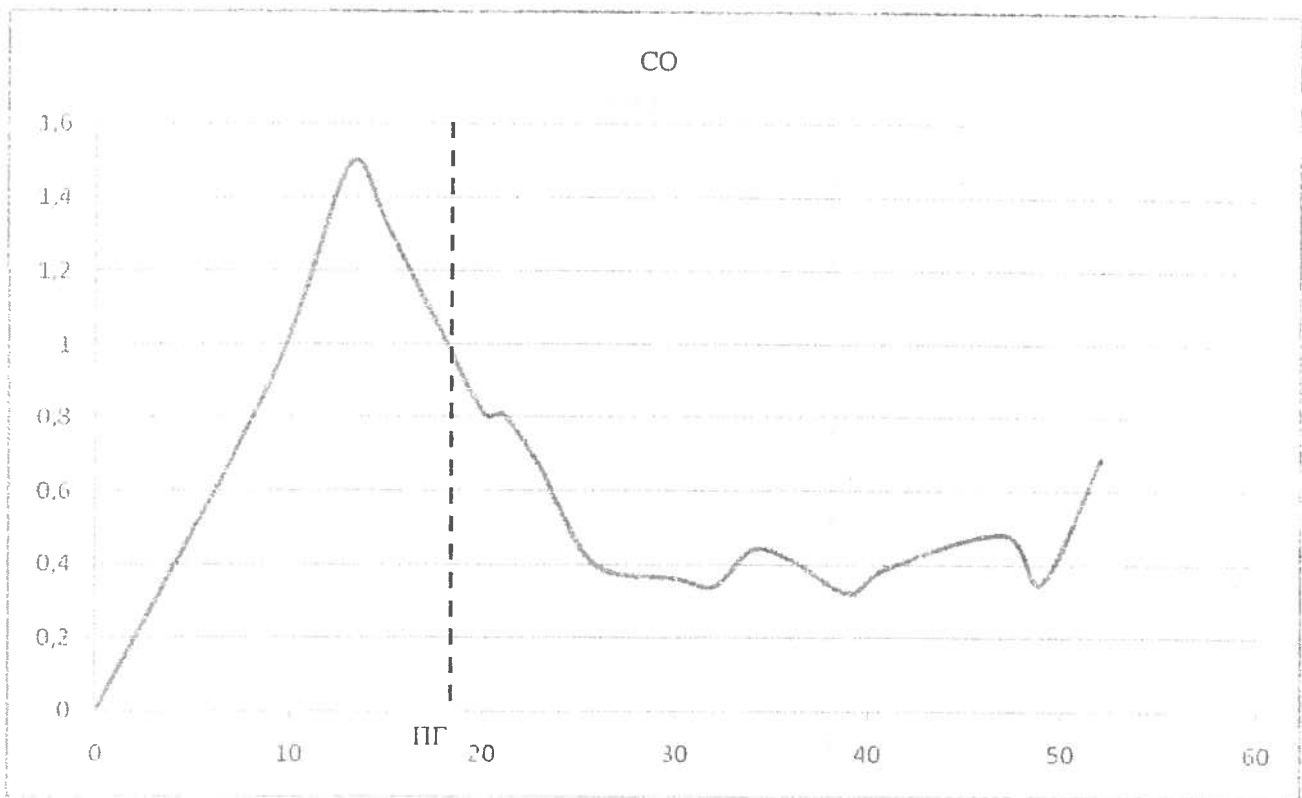
**Рис.2.** Зміна концентрації N<sub>2</sub> в камері згорання



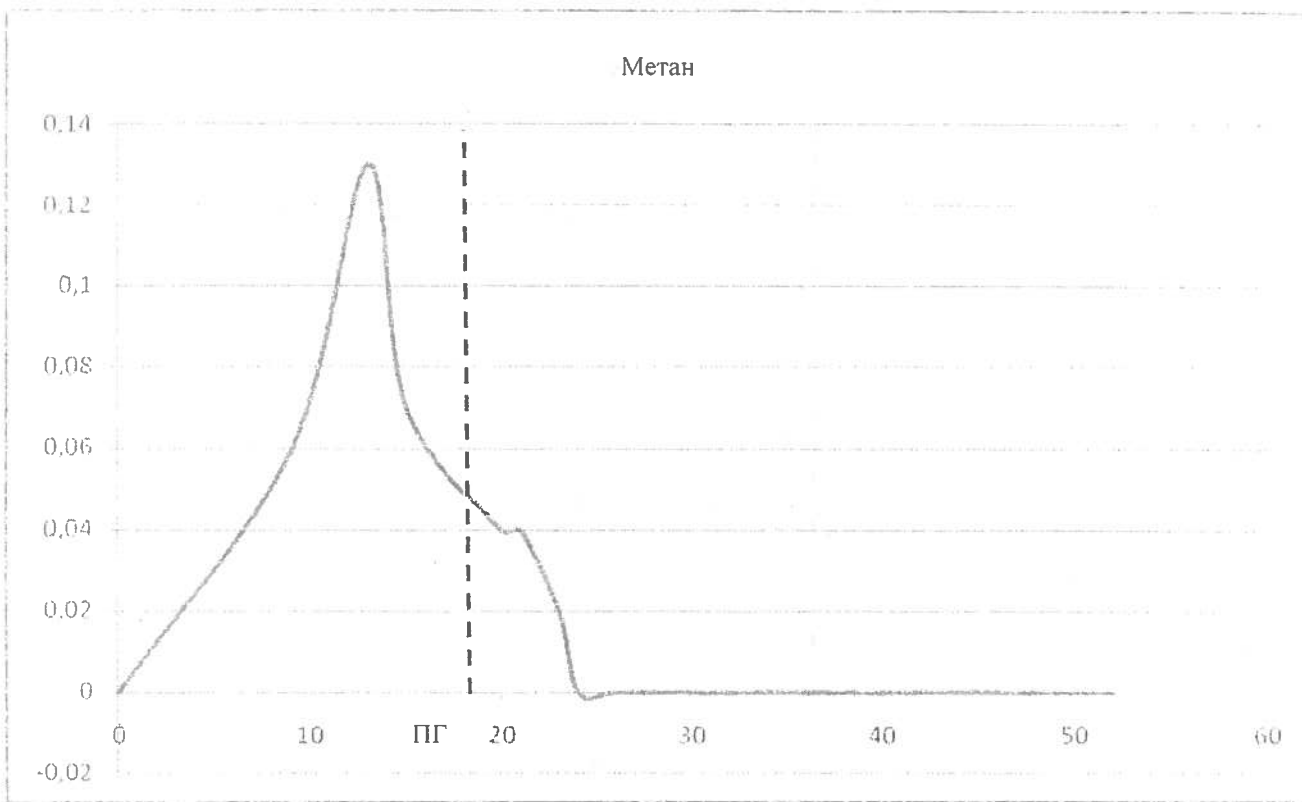
*Рис.3. Зміна концентрації  $O_2$  в камері згорання*



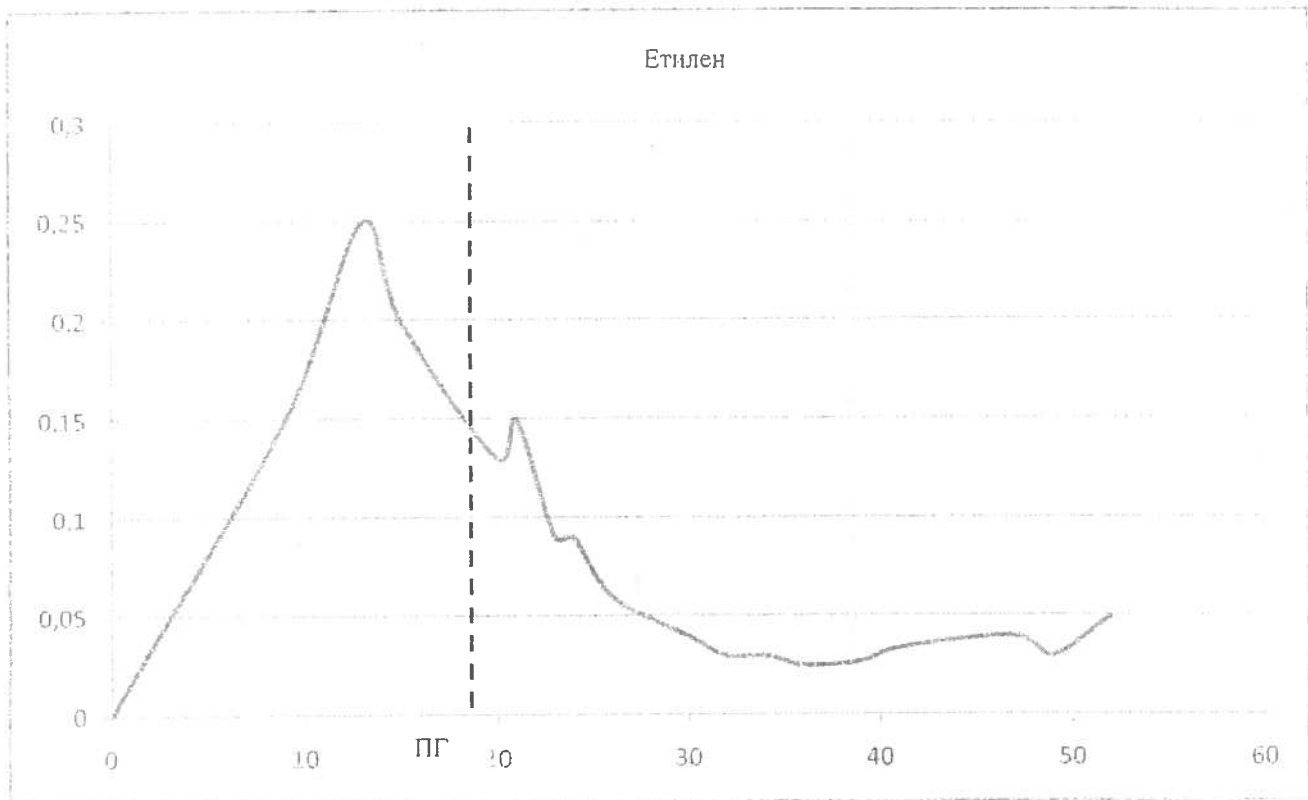
*Рис.4. Зміна концентрації  $CO_2$  в камері згорання*



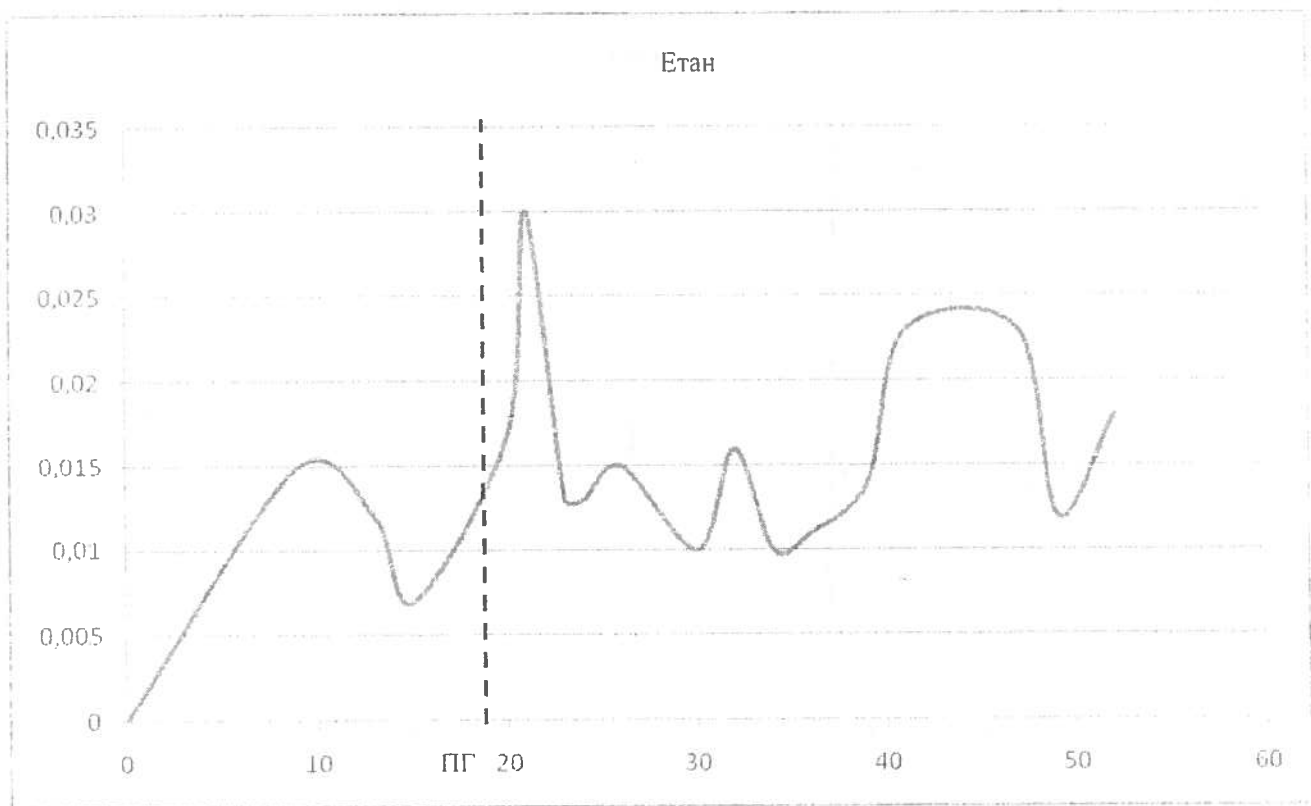
*Рис.5. Зміна концентрації CO в камері згорання*



*Рис.6. Зміна концентрації метану в камері згорання*

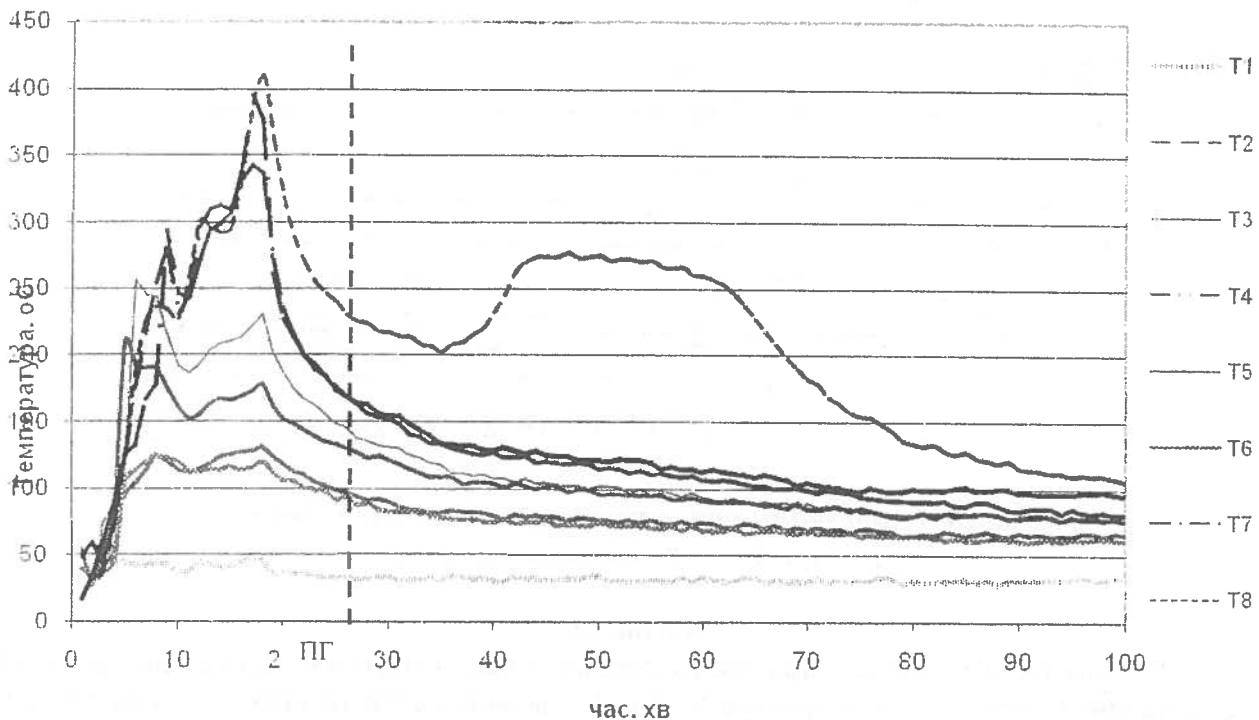


*Рис.7. Зміна концентрації етилену в камері згорання*



*Рис.8. Зміна концентрації етану в камері згорання*

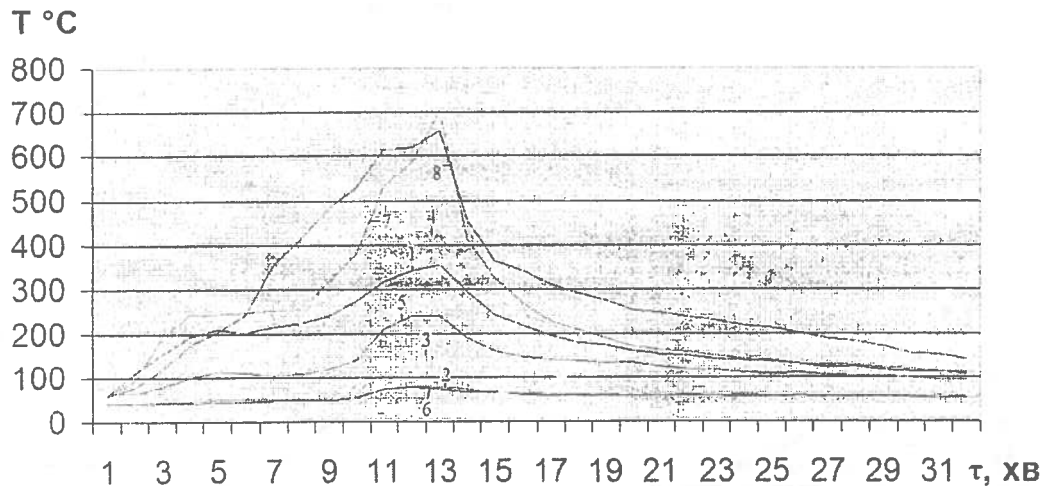
### Термограма



*Рис.9. Термограма зміни температури при гасінні піною*

Аналіз продуктів згорання проводимо на хроматографі "Хром-5". На графіках спостерігається, в процесі вільного горіння, до 13 хвилини, зменшення кількості  $O_2$  до 12 об. од. (рис. 3), збільшення відсотків  $CO_2$  в продуктах згорання до 6,5%. На графіках рис. 6, 7 спостерігаємо в цей час наростання кількості метану та етилену в камері, що в подальшому призводить до місцевого вибуху з наступним посиленням горіння. При гасінні піною, подачу інертної піни почали на 18-19 хвилині вільного горіння, кількість  $CO_2$  поступово зменшується. При аналогічному гасінні повітряно-механічною піною без домішок в повітрі кількість  $CO_2$  не перевищить 1%, зростає дещо кількість азоту, який присутній в газі – визискувачі. На 25 хв експерименту (рис. 5), кількість  $CO$  зменшується, що свідчить про зменшення деструкції кабелю. З рис. 9 видно, що найвища температура в зоні термопари 8, 7 в зоні початкового горіння. При гасінні піною зменшення температури відбувається по всій камері і досить різке, за 2 хвилини на  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Піну подавали 2 хвилини зверху на кабелі, за 12 хв піна повністю зруйнувалась. Протягом цього часу температура у всьому об'ємі знизилась до  $200\text{ }^\circ\text{C}$ , але це не гарантувало усунення повторного спалаху. Такого результату гасіння, в згаданій установці, методом рециркуляції можна досягнути за 35 хв [2, 4].

Експеримент був повторений, при дещо інших умовах: при  $T_{\text{горіння}}$  в камері  $700\text{ }^\circ\text{C}$  (рис. 10). Подачу піни почали при  $T=700\text{ }^\circ\text{C}$  знизу, подавали піну протягом 3 хвилини, температура була знижена до  $150\text{ }^\circ\text{C}$ , що усуває можливість повторних спалахів. За динамікою зниження температури можна стверджувати, що кращий результат отримали при подачі піни знизу та  $\tau_{\text{подачі}}$  не менше 3 хвилини.



*Рис.10. Термограма зміни температури при гасінні піною:  
1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 – показники термопар*

### Висновки

1. Гасіння інертною піною проходить швидше в часі. Полум'яне горіння припинилось через 2 хвилини. Зниження температури до 200 °С у всьому об'ємі та випаровування розчину піноутворювача за 12 хвилин. Максимально знижена можливість повторного займання, хоча цілком не виключена.
2. В першу хвилину гасіння інертною піною при подачі знизу зниження максимальної температури відбувається на 300 °С, при гасінні рециркуляцією на 143 °С.
3. Довший час в процесі гасіння інертною піною зберігається високий відсоток CO<sub>2</sub>, що сприяє інертизації середовища.
4. Подачу піни треба здійснювати не зважаючи на зникнення полум'яного горіння та продовжувати до зниження температури нижче 150 °С в зоні горіння, а це більше 3 хвилин, що запобігає повторному спалаху.
5. Для отримання більш достовірних результатів, які б можна було впровадити в практику необхідно провести полігонні випробування.

### Список літератури:

1. Дмитровський С.Ю. Дослідження повітророзподілу димових газів на ділянці кабельного тунелю при пожежі / С.Ю. Дмитровський, В.В. Ковалишин, Р.Я. Лозинський // Зб. наук. пр. – Львів: ЛДУ БЖД, 2006. – №8. – С.7-11.
2. Дмитровський С.Ю. Динамика температури в кабельних тунелях при рециркуляції продуктів горіння / С.Ю. Дмитровський, А.В. Ревякин // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр. – Донецк, 2006. – Вып. 43. – С. 90-96.
3. Ковалишин В.В. Дослідження процесів генерування піни потоком парогазової суміші / В.В. Ковалишин, Т.В. Бойко, Н.М. Козяр // Проблеми зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій в Україні. Матеріали 8 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. – Київ: УкрНДІПБ, 2006. – С. 126-129.
4. Ковалишин В.В. Дослідження гасіння пожежі в кабельному тунелі рециркуляцією продуктів горіння / В.В. Ковалишин, С.Ю. Дмитровський // Проблеми зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій в Україні. Матеріали 8 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. – Київ: УкрНДІПБ, 2006. – С. 129-133.

5. Дмитровський С.Ю. Обґрунтування параметрів гасіння пожеж в кабельному тунелі шляхом рециркуляції продуктів горіння. Дис. ... канд. техн. наук: 21.06.02. – Львів, 2008. – 143 с.

6. Тактико-технические действия пожарноспасательных подразделений при дистанционном тушении пожара парогазовой смесью / Лозинский Р.Я., Ковалишин В.В., Дикенштейн И.Ф., Мамаев В.В. // Материалы докладов международной научно-практической конференции "Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации ЧС-2006". – Гомель: ГИИ, 2006. – С. 190-191.

*В.В. Ковалишин, канд. техн. наук, доцент, Т.В. Бойко, Р.Я. Лозинский, канд. техн. наук, доцент (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГNETУШАЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЕРТНОЙ ПЕНОЙ

В статье приведены результаты тушения инертной пеной. Тушение проводили в установке размере 0,7x2, 1x0, 5 м. Установленная эффективность этого способа тушения. Результаты тушения инертной пеной лучше результатов тушения простой рециркуляцией в два раза. Тушение инертной пеной проходит быстрее по времени. В первую минуту тушения инертной пеной снижение максимальной температуры происходит с 700 °С до 400 °С. Долгое время в процессе тушения инертной пеной сохраняется высокий процент CO<sub>2</sub>, способствующий инертизации среды. Подачу пены необходимо осуществлять несмотря на исчезновение пламенного горения и продолжать до снижения температуры ниже 150 °С в зоне горения, не менее 3 минут.

*Ключевые слова:* инертная пена, эффективность тушения, горение кабельной продукции.

*V.V. Kovalyshyn, Candidate of Sciences (Engineering), Assistant Professor, T.V. Boyko, R.Ya. Lozynskyi, Candidate of Sciences (Engineering), Assistant Professor (Lviv State University of Vital Activity Safety)*

### THE DEFINITION OF FIRE-EXTINGUISHING EFFICIENCY OF INERT FOAM

The article deals with the results of inert foam extinguishing. The extinguishing was carried out in 0,7x2, 1x0,5 m setting. The efficiency of usage of such extinguishing was established. The results of inert foam extinguishing are better from the results of simple recycling in twice. Inert foam extinguishing is quicker in time. Maximal temperature reduction form 700°C to 400 °C is occurred in the first minute of inert foam extinguishing. The high percentage of CO<sub>2</sub> is kept in this process for a long time for environment inertisation. Foam delivery must be carried out despite the disappearance of a flaming fire and continue to lower the temperature below 150 ° C in the combustion zone, at least 3 minutes.

*Key words:* inert foam, extinguishing efficiency, cable products burning

