

*В.В. Ковалишин, к.т.н., доц., Р.Я. Лозинський, к.т.н., доц., Я.Б. Кирилів, к.т.н.
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ДІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ ПАРОГАЗОВОЮ СУМІШШЮ

Запропоновано технологічну схему застосування установки АГВГ-100М та алгоритм розрахунку параметрів подачі парогазової суміші для дистанційного гасіння пожежі на об'єкті підвищеної небезпеки

Ключові слова: газководяне гасіння, парогазова суміш

Стан проблеми. Стан протипожежного захисту промислових об'єктів підвищеної небезпеки зазвичай не відповідає сучасним вимогам, а підвищення енергоємності технологічних процесів сприяє зростанню ризику і рівня небезпечних негативних наслідків та матеріальних втрат від пожеж і аварій.

Ліквідація пожеж, особливо розвинених, іноді включає створення вибухобезпечної атмосфери, припинення полум'яного горіння та охолодження технологічного устаткування. Тому не тільки вид горючого матеріалу, але та конкретна стадія його гасіння повинні визначати вибір вогнегасного засобу. Застосування на об'єктах диспергованої води, піни середньої або низької кратності для дистанційного гасіння розвинених пожеж різних класів має обмежені можливості, а вогнегасні порошки найбільш ефективні для ліквідації полум'яного горіння.

Для зниження температури при об'ємному гасінні пожеж, зменшення вмісту кисню в зоні пожежі, запобігання утворення вибухонебезпечної суміші використовують інертну парогазову суміш, яка отримана шляхом спалювання в спеціальних установках вуглеводневого палива з подальшим охолодженням продуктів згоряння водою. Це забезпечує безпечні та ефективні умови ведення аварійно-рятувальних робіт по температурному і газовому чинниках.

Тактику і технологію при дистанційному гасінні пожежі на об'єктах підвищеної небезпеки визначають наступні основні фактори:

- місце виникнення пожежі;
- тривалість горіння і характер розвитку пожежі (зосереджена у визначеному місці або швидко переміщується у міру вигорання горючих матеріалів);
- вид горючих матеріалів на об'єкті;
- наявність обставин, що ускладнюють гасіння (висока задимленість і температура на підступах до осередку пожежі, небезпека вибухів, пролив хімічно небезпечних речовин, імовірність ураження електричним струмом, руйнування конструкцій на об'єкті та ін.).

Для дистанційного гасіння пожеж на об'єктах підвищеної небезпеки створено установку АГВГ-100М, визначено параметри подачі парогазової суміші по вентиляційному трубопроводу [1, 2], розроблено тактико-технологічні схеми дистанційного об'ємного гасіння пожеж.

На першому етапі проводять заміщення повітря, яке поступає через прорізи в аварійне приміщення, парогазовою сумішшю з метою запобігання небезпеки вибуху і ліквідації полум'яного горіння.

На другому етапі забезпечують провітрювання аварійного приміщення (зони горіння) парогазовою сумішшю протягом часу, достатнього для охолодження осередку пожежі і конструкцій до температури, що виключає повторне виникнення пожежі після припинення подачі парогазової суміші.

Підготовка до інертизації атмосфери аварійного приміщення виконується одночасно з безперервними діями з попередження розповсюдження пожежі засобами безпосереднього гасіння.

Основною метою роботи є розроблення алгоритму дій керівника ліквідації надзвичайної ситуації (пожежі) при використанні АГВГ та достовірного математичного супроводу до нього.

Виклад основного матеріалу

Після прийняття керівником гасіння пожежі рішення про перехід до дистанційного активного гасіння пожежі із застосуванням установки АГВГ-100М повинні бути виконані в мінімальні терміни наступні підготовчі заходи:

- розробити оперативний план дистанційного активного гасіння засобом інертизації, який негайно повинен бути прийнятий до виконання у разі виникнення ускладнень при гасінні засобами безпосередньої дії на осередок пожежі;
- визначити місце розташування установки АГВГ-100М з метою захисту персоналу і техніки від можливих уражень виходячи з оцінки пожежних обставин на об'єкті (об'єм аварійного приміщення, температура і тиск в аварійному приміщенні, небезпека вибуху);
- виконати розрахунки тривалості провітрювання осередку пожежі парогазовою сумішшю для запобігання небезпеки вибухів, припинення полум'яного горіння, охолодження осередку пожежі і огорожуючих конструкцій приміщення;
- виконати розрахунок втрат тиску у вентиляційному трубопроводі виходячи з вибраної відстані від установки до осередку пожежі $L_{тр}$, діаметра трубопроводу $d_{тр}$ і витрати парогазової суміші $q_{тр}$;
- виконати розрахунок витрати води, втрат тиску парогазової суміші в камері охолодження установки; виконати розрахунок сумарної втрати тиску в тракці парогазової суміші від установки до осередку пожежі;
- організувати транспортний ланцюжок з доставки палива до місця розташування установки;
- організувати подачу води в камеру охолодження установки;
- розробити заходи щодо виконання розвідки аварійного об'єкта після завершення інертизації і розрахункового часу охолодження осередку пожежі;
- передбачити варіанти тактичних дій на випадок, якщо протягом розрахункового часу роботи установки не вдається охолодити осередок пожежі та огорожуючі конструкції до безпечної температури, і можливий рецидив пожежі після припинення подачі парогазової суміші;
- виконати роботи, передбачені регламентом технічної підготовки АГВГ-100М до подачі парогазової суміші на аварійний об'єкт та запустити установку.

В першому наближенні можна вважати, що вміст кисню буде понижений до розрахункового значення ($C = 8\%$) за термін, протягом якого установкою буде подано в аварійне приміщення кількість парогазової суміші, рівну шести об'ємам приміщення.

На другому етапі інертизації ставиться задача охолодити осередок горіння і огорожуючі конструкції до температури, що виключає повторне виникнення пожежі після припинення подачі парогазової суміші. Орієнтовно можна прийняти, що час зниження температури до 100-150 °С в 3 ... 5 раз перевищує тривалість активного горіння, а при природному охолодженні в 15... 20 разів.

На останньому етапі поступово переходять від заповнення аварійного приміщення парогазовою сумішшю до нормального режиму природного провітрювання, для чого, поступово знижують кількість палива що згоряє в установці так, щоб вміст кисню в парогазовій суміші за час однократного обміну в аварійному приміщенні підвищувався на 2-3%. Блок-схема алгоритму розрахунку параметрів роботи установки АГВГ-100М представлена на рис. 1.

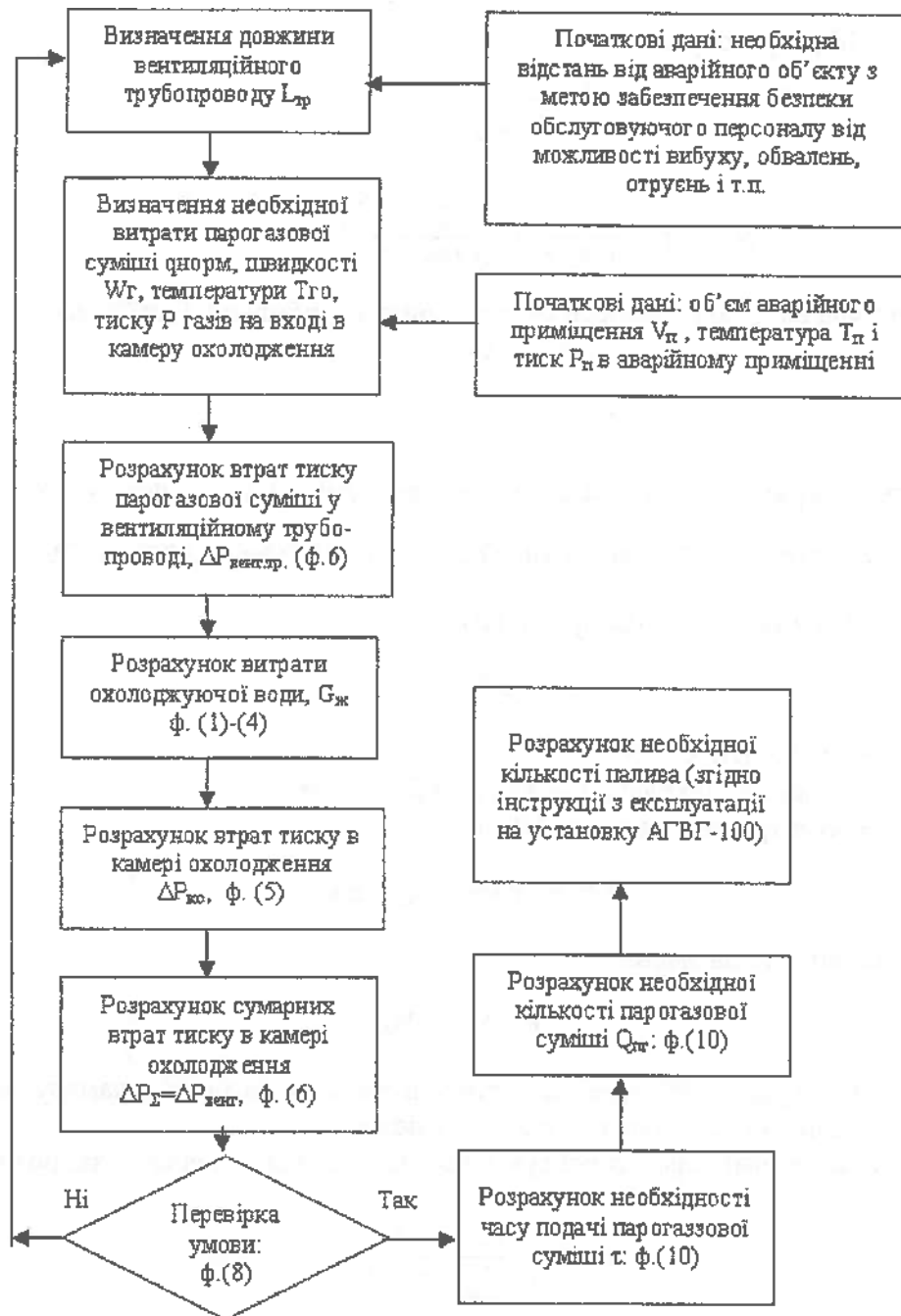


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розрахунку параметрів роботи установки АГВГ-100 М при ліквідації пожежі

Необхідні значення витрат парогазової суміші $q_{\text{норм}}$, швидкості $W_{\text{г}}$, температури $T_{\text{г}}$ та тиску газів P на вході в камеру охолодження в залежності від параметрів пожежі (об'єм аварійного приміщення $V_{\text{п}}$, температура $T_{\text{п}}$ і тиск $P_{\text{п}}$ в аварійному приміщенні) знаходяться з технічної характеристики установки.

Далі розраховують:
масову витрату газової суміші $G_{\text{г}}$, кг/с:

$$G_{\text{г}} = \rho_{\text{г}} W_{\text{г}} S_{\text{к0}}, \quad (1)$$

де $\rho_{\text{г}}$ – щільність газової суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$; $S_{\text{к0}}$ – площа перетину камери охолодження, м^2 .

Число Маха M розраховуємо:

$$M = \frac{W_r}{19,5\sqrt{T_r}} \quad (2)$$

параметр N :

$$N = \exp\left[-\frac{1}{0,932} \ln\left(\frac{T_{ко}}{0,198 \cdot T_r}\right)\right] \quad (3)$$

де $T_{ко}$ – температура на виході з камери охолодження (приймаємо $T_{ко}=373$ К);

Тоді витрати охолоджуючої води $G_{ж}$, кг/с:

$$G_{ж} = 0,98 \cdot N \cdot G_r \quad (4)$$

Розраховують втрати тиску у камері охолодження $\Delta P_{ко}$, МПа, за формулою:

$$\Delta P_{ко} = 0,654 \cdot 10^{-4} G_r^2 - 0,291 \cdot 10^{-3} G_{ж}^2 + 0,845 \cdot 10^{-2} G_{ж} - 0,0272 + 0,2P \quad (5)$$

втрати тиску у вентиляційному трубопроводі $\Delta P_{вент.тр.}$, Па:

$$P_{вент.тр.} = k L_{тр} \quad (6)$$

де k – емпіричний коефіцієнт $k = 250$;

$L_{тр}$ – прийнята довжина вентиляційного трубопроводу, м;

загальні втрати тиску в тракці установки ΔP_{Σ} , Па:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{вент.тр.} + \text{арк.} \quad (7)$$

Перевіряємо виконання умови

$$P - \Delta P_{\Sigma} > P_{п} \quad (8)$$

При невиконанні умови (8) треба або підвищити тиск на вході у камеру охолодження, або зменшити відстань від установки до осередку пожежі.

Необхідний час подачі парогазової суміші в аварійне приміщення τ , хв, розраховують за формулою

$$\tau = \frac{56,2 \cdot T_{п} \cdot V_{п}}{P_{п} (q_{норм} - 0,02L_{тр})} \quad (9)$$

а загальну кількість парогазової суміші $Q_{пг}$, м³, за формулою

$$Q_{пг} = 60 q_{норм} \tau \quad (10)$$

Наприклад, пожежа виникла на складі ЛЗР та ГР об'ємом $V_{п}=2000$ м³. Температура у аварійному приміщенні дорівнює $T_{п}=1300$ °С, тиск $P_{п} = 0,10$ МПа. У зв'язку з небезпекою можливого вибуху установку АГВГ-100М розміщуємо на відстані 50 м від аварійного приміщення.

Згідно з технічною характеристикою установки, початкові дані становлять: $q_{н} = 35$ м³/с, $G_r = 20$ кг/с, $T_r = 2050$ К, $P = 0,15$ МПа, $T_{ко} = 373$ К.

Розраховуємо число Маха:

$$M = \frac{350}{19,5\sqrt{2050}} = 0,396$$

та параметри N і $G_{ж}$:

$$N = \exp \left[-\frac{1}{0,932} \ln \left(\frac{373 \cdot 0,396^{0,28}}{0,198 \cdot 2050} \right) \right] = 1,44$$

$$G_{ж} = 0,98 \cdot 1,44 \cdot 20 = 28,2 \text{ кг/с.}$$

Втрати тиску в камері охолодження мають значення:

$$\Delta P_{к.ох.} = 0,654 \cdot 10^{-4} \cdot 20^2 - 0,291 \cdot 10^{-3} \cdot 28,2^2 + 0,845 \cdot 10^{-2} \cdot 28,2 - 0,0272 + 0,2 \cdot 0,14 = 0,0338 \text{ МПа,}$$

а в вентиляційному трубопроводі $\Delta P_{вент.тр.} = 250 \cdot 50 = 12500 \text{ Па} = 0,0125 \text{ МПа.}$

Перевіряємо умову (8): $0,15 - 0,0338 - 0,0125 = 0,1037 \text{ МПа} > 0,1 \text{ МПа.}$ Таким чином умова (8) виконується.

Необхідний час подачі парогазової суміші буде рівний:

$$\tau = \frac{56,2 \cdot 2000(1300 + 273)}{0,1 \cdot 10^6 \cdot (35 - 0,02 \cdot 50)} \cong 50 \text{ хв.}$$

Загальна витрата парогазової суміші відповідно до формули (10) буде дорівнювати

$$Q_{пг} = 60 \cdot 35 \cdot 50 = 105000 \text{ м}^3.$$

Висновки

1. Розроблена типова схема дистанційного гасіння пожежі та алгоритм розрахунку параметрів подачі парогазової суміші, дозволяють в аварійній обстановці оперативно розвернути пожежно-рятувальні підрозділи та використати установку АГВГ-100М для ліквідації аварії на об'єкті підвищеної небезпеки, що в подальшому дозволить розробити нормативний документ, що регламентує використання АГВГ у відповідних ситуаціях.

2. Приведений розрахунок часу подачі парогазової суміші в аварійне приміщення дає змогу вдосконалювати технологію гасіння інертними газами за допомогою АГВГ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мамаев В. В. Высокопроизводительная мобильная установка тушения пожаров на объектах повышенной опасности / В. В. Мамаев, Р. Я. Лозинский // Пути повышения безопасности горных работ в угольной отрасли: Тезисы докладов научно-практической конференции. – Макеевка : МакНИИ, 2004. – С. 348–350.
2. Лозинський Р. Я. Визначення параметрів подачі парогазової суміші для ліквідації пожежі на об'єктах підвищеної небезпеки / Р. Я. Лозинский // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. – Л. : ЛПБ МНС України, 2004. – № 5. – С. 39–44.

Ковалишин В.В., к.т.н., доц., Лозинский Р.Я., к.т.н., доц., Я.Б. Кырылив, к.т.н.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ТУШЕНИИ ПОЖАРА ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ

Предложено технологическая схема применения установки АГВГ-100Г и алгоритм расчета параметров подачи парогазовой смеси для дистанционного тушения пожара на объекте повышенной опасности

Ключевые слова: газодляное тушение, парогазовая смесь

V.V. Kovalyshyn, Candidate of Science (Engineering), Docent, R.Ya. Lozynskiy, Candidate of Science (Engineering), Docent, Ya.B. Kyryliv, Candidate of Science (Engineering)

TACTICAL AND TECHNICAL ACTIONS OF THE FIRE-RESCUE SUBDIVISIONS WHILE DISTANT FIRE EXTINGUISHING BY STEAM-GAS MIXTURE

Technological scheme of usage of the unit АГВГ-100Г and the algorithm of the parameters calculation of the steam-gas mixture supply for distant fire extinguishing on risky objects.

Key words: gas and water extinguishing, steam-gas mixture

УДК 519.876.5

Р.А. Бунь, д.т.н., проф., О.П. Галюк (Національний університет "Львівська політехніка")

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ

Представлено математичні моделі та геоінформаційну технологію просторового аналізу емісії двоокису вуглецю та інших парникових газів в результаті лісових пожеж. На основі статистичних даних за 1995-2007 роки обчислено викиди парникових газів по областях України та визначено регіони з найбільшими питомими емісіями і найвищим ризиком виникнення лісових пожеж

Ключові слова: лісові пожежі, емісія парникових газів, математичне моделювання, просторовий аналіз, геоінформаційна технологія.

Вступ. Ліси в процесі росту поглинають вуглекислий газ і тому відіграють вкрай важливу роль у вуглецевому балансі атмосфери [1]. При цьому зелена фітомаса (листя) не є нагромаджувачем вуглецю, вона має сезонний характер, опадає і стає в процесі розкладу знову джерелом вуглекислого газу. Натомість стовбурна деревина є істотним "резервуаром", який акумулює вуглець і тим самим суттєво зменшує парниковий ефект [2]. Лісові пожежі – це стихійні лиха, які окрім значного ризику для безпеки життєдіяльності та матеріальних збитків спричиняють також великі емісії парникових газів (в переважній більшості вуглекислого газу) в атмосферу.

В помірних широтах тільки близько 16% лісових пожеж викликано природними чинниками (грозові розряди, самозапалювання), решта пожеж пов'язано з життєдіяльністю людини. Проте, природне походження однієї частини пожеж та певна непрогнозованість антропогенної частини пожеж спричинилися до того, що методики національних інвентаризацій парникових газів у відповідності із Кіотським Протоколом [3-5] не включають емісії від лісових пожеж. Ці методики передбачають тільки інвентаризацію емісій від цільового вирубування та спалювання лісів з метою збільшення площі сільськогосподарських угідь (конверсія земель), що має місце в основному в тропіках Амазонії та на африканському континенті і зовсім не є характерним для України. Тому метою цієї статті є аналіз емісій парникових газів в Україні, викликаних лісовими пожежами загалом, та порівняння їх з обсягами антропогенних викидів, що враховуються Кіотським Протоколом.

Специфіка емісій від лісових пожеж. Залежно від місця поширення вогню, лісові пожежі ділять на низові, верхові та підземні. Вони відрізняються також швидкістю