

А.А. Лісняк, канд. техн. наук, заступник начальника кафедри НУЦЗУ

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТА НЕБЕЗПЕКА ДИМУ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ

(представлено д-ром техн. наук Басмановим О.Є.)

Надано теоретичне обґрунтування небезпеки диму лісової пожежі у якості обмеження прозорості повітря (видимості) та токсичності його часток.

Ключові слова: щільність, дим, концентрація, лісова пожежа.

Постановка проблеми. Якщо під час пожежі в закритому просторі (будівлі, приміщенні, тощо) небезпека диму очевидна, то під час гасіння лісових пожеж дуже часто питання захисту органів дихання (враховуючи що горіння відбувається на відкритому просторі) постають не так гостро та оперативні дії пожежно-рятувальні підрозділи виконують без належних засобів захисту. В багатьох нормативних документах, що регламентують організацію гасіння лісових пожеж [1, 3] мова іде про процес управління та взаємодії підрозділів під час виконання оперативних дій і питання небезпеки диму лісової пожежі не розглядаються, або розглядаються в загальних рисах [2]. Відомо, що допустимий час роботи людини в задимленій атмосфері, коли він гасить крайку пожежі, за змістом окису вуглецю становить: 0,6 мг/л – 6 хв., 0,3 мг/л – 10 хв., 0,2 мг/л – 60 хвилин. [4, 5]. Розрахунки показують, що при ліквідації горіння кромки лісової пожежі ($H_{\text{пол.}} \approx 1\text{м}$) концентрація вуглекислого газу на висоті 1,5 м може сягати 0,9 - 1,0 мг/л. Практика гасіння лісових пожеж показує, що бувають випадки смертельного отруєння особового складу в процесі гасіння пожежі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час великих лісових пожеж за напрямком вітру виникають великі зони задимлення. В роботі [4], приводяться данні щодо поширення диму від лісових пожеж.

Так, в 1915 році в Сибіру пожежі охопили площу близько 1,6 млн. км². Дим від них поширився майже на весь Сибір, а на палаючій території та навколо неї щільність диму протягом 50 днів була така велика, що на відстані до 20 метрів не було видно навколишні предмети. Все літо 1972 року в Московській області горіли ліси і торфовища. У Москві стояла димна імла, автомобілі пересувалися з палаючими фарами, а сонце навіть опівдні не пробивало зміг.

Великі пожежі були в 1976-77 рр. в Хабаровському краї, горіли ліси і торф'яників. Авіаційна охорона лісів Сибіру і Далекого Сходу «осліпла» від диму. Для гасіння лісових пожеж було залучено кілька тисяч чоловік населення, сотні одиниць різної техніки. Незважаючи на вжиті заходи, згоріли десятки населених пунктів, розташованих в

лісових масивах, багато підприємств лісової та деревообробної промисловості, склади круглого лісу і ін. Задимленість атмосфери досягала 400-500 км у діаметрі.

Лісові пожежі в Російській федерації у серпні 2010 року призвели до щільного задимлення Європейської частини Росії та території сусідніх держав. Великі лісові пожежі з сильними задимленням на великій площі були у Франції, Німеччині, США та інших країнах.

Постановка задачі та її розв'язання. Учасники гасіння пожеж, працюючи на задимленій території можуть отримати отруєння продуктами згоряння. Пожежна та інша техніка, що бере участь в ліквідації пожеж, що працює в зоні задимлення «задиhaється», двигуни втрачають потужність і часто зупиняються. Таким чином доцільним буде розглянути шлях розповсюдження диму в горизонтальному напрямку та визначити такі складові небезпеки диму як: величину дальності видимості в диму різної щільності та концентрацію шкідливих речовин. Знання цих показників дозволить керівнику гасіння пожежі забезпечити якісне та безпечне виконання робіт по гасінню лісової пожежі. Розглянемо процес розповсюдження часток диму в горизонтальному (небезпечному) напрямку. Частинки дисперсної фази (диму) мають розміри (10^{-5} - 10^{-7}) м. Вони піднімаються висхідним конвективним потоком з кромки пожежі, потім випадають з неї і під дією сили вітру пересуваються одночасно опускаючись до Землі під дією сили тяжіння. Вагова концентрація часток в диму (повітрі) близько $7 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Шлях, що частка проходить в горизонтальному напрямку за час її падіння з висоти $H_{\text{пад}}$, визначається за формулою [4]:

$$L_p = v_c \tau_{\text{пад}} - \frac{1}{C_a \rho_c S_c v_w^2} \ln(1 + C_a \rho_c S_c v_w \tau_{\text{пад}}) \quad (1)$$

де: v_c - швидкість частки, м/с; $\tau_{\text{пад}}$ - час падіння частки з висоти $H_{\text{пад}}$, с; C_a - коефіцієнт аеродинамічного опору частинки; S_c - площа поперечного перетину частинки, м²; ρ_c - щільність частки, кг/м³; v_w - швидкість вітру, м/с.

Суб'єктивне відчуття щільності диму пов'язано з відстанню, на яку бачить людина крізь шар продуктів згоряння. Видимість в диму залежить від багатьох факторів: кольору диму, розмірів його частинок, освітленості об'єкта, психологічного стану людини та ін.

Величину дальності видимості в диму різної щільності можна приблизно визначити за пропонованою формулою [4]:

$$L_{\text{вд}} = \frac{7}{K_m W_{\text{д}}^{y_{\text{д}}} N_c^{0,7}}, \text{ м} \quad (2)$$

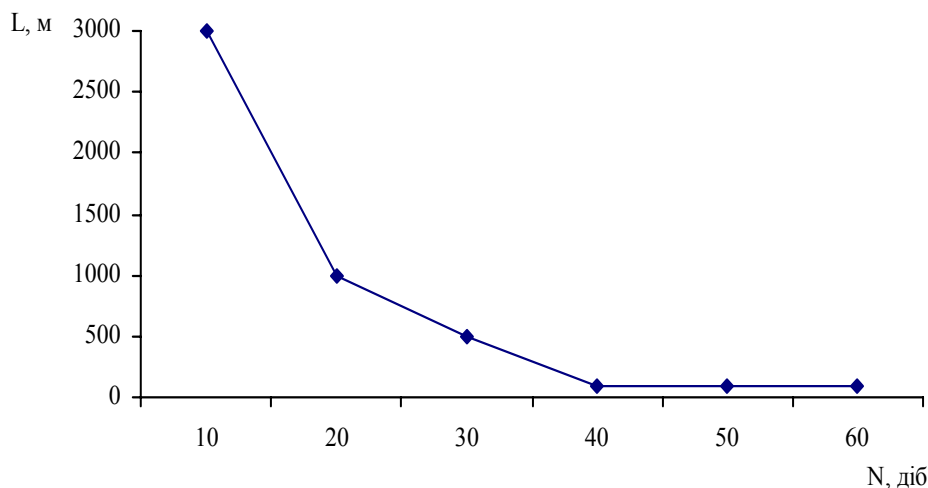
де: K_m - коефіцієнт турбулентного обміну продуктів згоряння з повітрям, рівний $0,02 \text{ м}^{-2} \cdot \text{добу}^{-1}$; N_c - кількість днів з вітром; $W_{\text{д}}^{y_{\text{д}}}$ - кіль-

кість диму на одиницю площі згоряння, яка розраховується за формулою [4]:

$$W_{\text{д}}^{\text{уд}} = \frac{K_{\text{дв}} W_{\text{дс}}}{L_{\text{р}} L_{\text{фр}}}, \text{м}^3 / \text{м}^2 \quad (3)$$

де: $K_{\text{дв}}$ - коефіцієнт, що характеризує підйом диму від землі; $L_{\text{р}}$ - відстань пройдена димом за добу, м; $L_{\text{фр}}$ - ширина фронту горіння, м; $W_{\text{дс}}$ - обсяг диму, що виділяється з кромки пожежі за добу, м^3 .

Середня величина дальності видимості, розрахована за формулою показана на рисунку:



При горінні лісових матеріалів виділяються окис і двоокис вуглецю. Найбільша їх концентрація створюється при «небезпечній» швидкості вітру і нестійкому стані атмосфери при $V_{\text{в}} = 0,5-2$ м /с. Максимальна концентрація отруйних речовин створюється у поверхні землі поблизу крайки пожежі за напрямком вітру. Це відбувається тоді, коли конвекційний потік від крайки пожежі притискається до землі, і з підвітряного боку утворюється максимальна концентрація шкідливих речовин, яку можна визначити за формулою [4]:

$$C_{\text{м}} = \frac{M}{4\pi A} \left[\frac{1}{\sqrt{(Z-H)^2 + r^2}} + \frac{1}{\sqrt{(Z+H)^2 + r^2}} \right], \text{мг} / \text{л} \quad (4)$$

де: H - висота полум'я від поверхні землі, м; Z - висота вимірювання концентрації шкідливих речовин від землі, м; r - відстань від джерела шкідливих речовин по горизонталі (кромки пожежі), м; A - коефіцієнт турбулентного обміну; M - кількість шкідливих речовин що виділяються (мг/с), кількість яких визначається за формулою [4]:

$$M = \frac{Q_{\text{нс}} C_{\text{оч}} \alpha V_{\text{в}} b_{\text{н}}}{3,6 Q_{\text{н}}} \quad (5)$$

де: $C_{\text{оч}}$ - концентрація окису вуглецю у осередку горіння, мг/л; $b_{\text{н}}$ - ширина крайки пожежі, м; α - коефіцієнт надлишку повітря;

Q_{nc} - тепломісткість продуктів згоряння, що виділяються з одиниці площі пожежі за одиницю часу, яка буде [4]:

$$Q_{nc} = C_{pm} V_1 v_m T_{nl} \quad (6)$$

де: v_m - масова швидкість вигорання лісового матеріалу, кг/(м²·с); V_1 ; V_6 - відповідно обсяг продуктів згоряння та повітря, необхідного для згоряння 1 кг деревини; м³/кг; Q_n^p - нижча теплота згоряння деревини, кДж/кг; T_{nl} - температура полум'я, ° К.

Таким чином, визначення показників за формулами 2 та 4 та порівняння їх з допустимими значеннями дозволить вирішити поставлену задачу.

Висновок. Керівнику гасіння пожежі необхідно забезпечити людей, учасників гасіння, - засобами захисту органів дихання. Частіше проводити зміни людей, що беруть участь у ліквідації горіння на крощі пожежі. Відпочинок особового складу проводити в незадимленій зоні не ближче 50 м від крайки пожежі з навітряного боку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тимчасовий статут дій у надзвичайних ситуаціях. Частина II (Гасіння пожеж. Органи управління, пожежно-рятувальні підрозділи Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту). Додаток до наказу МНС від 07.02.2008 № 96.

2. Правила безпеки праці в органах та підрозділах МНС України. Затверджені наказом МНС України від 07.05.2007р. №312.

3. Інструкція про порядок взаємодії підрозділів відомчої пожежної охорони Держкомлісгоспу України і пожежно-рятувальних підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України під час гасіння лісових пожеж. Затверджена наказом Держкомлісгоспу та МНС України від 12.03.2007 № 89/132.

4. Терехнев В.В., Артемьев Н.С., Противопожарная защита и тушение пожаров (леса, торфа, лесосклады). Книга 6 М., 2006 - с.

5. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара.- М.: Стройиздат, 1987.-228 с.

nuczu.edu.ua

А.А. Лисняк

Распространение и опасность дыма лесного пожара.

Приведено теоретическое обоснование опасности дыма лесного пожара в качестве ограничения прозрачности воздуха (видимости) и токсичности его частиц.

Ключевые слова: плотность, дым, концентрация, лесной пожар.

A.A. Lysnyak

To spread and danger дыма lesnoho conflagration.

Adduced teoretycheskoe feasibility study dangers дыма lesnoho conflagration AS limits of authority air Transparency (visibility) and the toxicity of his time-TIC.

Key words: Density, дым, concentration, Lesnoy conflagration.