

УДК 504.064

В.Л. КЛЕЄВСЬКА

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна

МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ «ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ» ЙМОВІРНИХ ПОЖЕЖ

Показано, що до визначальних основних параметрів зони можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірної пожежі належать можливі форма, геометричні розміри і просторове розташування зовнішньої межі горизонтальної проекції вказаної зони. Формування цих параметрів здійснюється «тепловим випромінюванням» множини «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я пожежі. Запропоновано оригінальні моделі процесів формування електромагнітного поля «теплого випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинок продуктів згоряння і множини «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я пожежі.

Ключові слова: пожежа, «розжарена» мікрочастинка, продукти згоряння, «об'єднаний факел» полум'я, тепловий потік

Вступ

За даними МНС протягом 2000 – 2009 років в Україні сталося 523843 пожежі, внаслідок яких загинуло 34499 людей, 17871 особу травмовано, завдано матеріальних збитків на суму понад 2,2 млрд. грн. Щорічно внаслідок впливу уражальних чинників пожеж (УЧ) знищується і пошкоджується більше 20000 будівель і споруд, понад 3000 одиниць техніки, до 20000 тон кормів, близько 1000 га лісів, степів і сільськогосподарських угідь, суттєво погіршується стан навколишнього природного середовища (НПС). При цьому найбільш руйнівним є вплив УЧ «теплове випромінювання» пожежі.

1. Формулювання проблеми

У статтях [1, 2] показано, що зоною можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірної пожежі (ЗМУ_{тепл.йм.пож}) є просторова геометрична фігура: «заповнена» електромагнітними полями у інфрачервоному і видимому діапазонах, яка «охоплює» зону горіння ймовірної пожежі (ЗГ_{йм.пож}); на зовнішніх межах якої поверхнева густина потужності теплового потоку (ППТП, Вт/м²) має значення, при якому люди можуть отримати опіки, а абсолютна більшість горючих матеріалів (ГМ) спалахує.

Оскільки абсолютна більшість потенційних реципієнтів впливу «теплого випромінювання» (а саме люди, будівлі і споруди (з вмістом твердих горючих матеріалів – ТГМ, горючих рідин – ГРід або горючих газів – ГГ), ділянки природних екологічних систем – ПЕС (з вмістом рослинних горючих мате-

ріалів – РГМ) тощо) розташовані на земній поверхні, то і найважливішими основними параметрами ЗМУ_{тепл.йм.пож} є можливі форма, геометричні розміри і просторове розташування (ФГРіПрР) зовнішньої межі (ЗМ) горизонтальної проекції зони можливого ураження її «тепловим випромінюванням». Вказана ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр} є замкненою лінією (яка «охоплює» горизонтальну проекцію зони горіння ЗГ_{йм.пож.гор.пр} конкретної ймовірної пожежі), у кожній точці якої величина ППТП має значення 10 кВт/м². Отже, саме ФГРіПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр} конкретної ймовірної пожежі визначають можливі величини загальних (M_{заг.тепл}, ос.) і санітарних (M_{сан.тепл}, ос.) втрат людей, можливі величини прямих матеріальних втрат (ПМВ, тис. грн.) внаслідок впливу «теплого випромінювання» первинної пожежі, а також можливі місця виникнення вторинних пожеж.

Враховуючи викладене, пропонуються такі фізичні моделі формування ФГРіПрР зовнішньої межі ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр}.

Безпосередніми джерелами «теплого випромінювання» будь-якої конкретної ймовірної пожежі є:

«розігріті» мікрочастинок множини {M₁} ГГ (пари ГРід або продуктів піролізу ТГМ чи РГМ), які під впливом Архімедової піднімальної сили – F_{Арх} прямують (у підфакельному просторі) від охопленої горінням поверхні «запасів» ГМ_{конкр} до тонкостінної оболонки «об'єданого факела» полум'я;

«розжарені» (внаслідок фізико-хімічних процесів горіння) мікрочастинок множини {M₂} продуктів згоряння оболонки «об'єданого факела» полум'я;

«розігріті» мікрочастинок множини {M₃} висхідної гілки «димових газів» які (під впливом F_{Арх})

«виходять» з «об'єданого факела» полум'я і прямують вздовж висхідної гілки;

«розігріті» мікрочастинки множини $\{M_4\}$ низхідних гілок «відпрацьованих димових газів», які переміщуються вздовж низхідних гілок і гуртуються у його підґрунті.

«Теплове випромінювання» кожної з вказаних «розігрітих» («розжарених») мікрочастинок розповсюджується у НПС і досягаючи розташованих навколо $Z_{\text{ім.пож}}$ матеріальних об'єктів, наводить на їх поверхнях струми електропровідності або струми електрозміщення. У результаті виникнення цих струмів частина енергії первинного електромагнітного поля «теплого випромінювання» (поглинута матеріальним об'єктом) перетворюється у теплову енергію, яка «розігріває» опромінюваний об'єкт, внаслідок чого підвищується його температура $t_{\text{об'єкт.конкр}} > t_{\text{НПС}}$. Показано, що будь-яка конкретна «розігріта» мікрочастинка продовжує «розігрівати» своїм «тепловим випромінюванням» конкретний опромінюваний матеріальний об'єкт тільки протягом терміну $T_{\text{опр}}$, с, впродовж якого виконується співвідношення $t_{\text{вл.мікрочаст.конкр}} > t_{\text{об'єкт.конкр}}$.

Тому з моменту виникнення первинної пожежі у процесі «нагрівання» конкретного матеріального об'єкта «беруть участь» всі «розігріті» мікрочастинки множин $\{M_1\}$, $\{M_3\}$, $\{M_4\}$ і «розжарені» мікрочастинки множини $\{M_2\}$. З плином часу через зростання величини $t_{\text{об'єкт.конкр}}$ з процесу «нагрівання» цього об'єкта поступово усувається все більше і більше «розігрітих» мікрочастинок множин $\{M_4\}$ і $\{M_3\}$, а згодом – все більше і більше «розігрітих» мікрочастинок множини $\{M_1\}$. Таким чином, впродовж майже всього терміну тривалості пожежі у процесі «нагрівання» конкретного матеріального об'єкта «беруть участь» тільки «розжарені» мікрочастинки множини $\{M_2\}$ оболонки «об'єданого факела» полум'я.

Враховуючи викладене, невідкладно актуальною є задача обґрунтування і розробки фізичних і математичних моделей процесів формування основних параметрів ЗМУ_{тепл.ім.пож} внаслідок впливу «теплого випромінювання» «розжарених» мікрочастинок множини $\{M_2\}$ «об'єданого факела» полум'я.

2. Вирішення проблеми

2.1. Основні положення

Впродовж стадій пожежі «виникнення вогнища горіння (займання)» і «поширення фронту горіння поверхню «запасів» ГМ» відбувається перехід від однофакельного гомогенного горіння до молекулярно-дифузійного горіння, а, згодом, і до турбулентно-дифузійного режиму горіння. Останній характеризу-

ється роздрібненням верхньої частини факела полум'я на кілька одночасно існуючих «язиків» (підфакелів), які щільно прилягають один до одного, безперервно змінюючи свою форму і розміри, тобто утворенням «об'єданого факела» полум'я пожежі.

Враховуючи викладене, досить коректною фізичною моделлю «об'єданого факела» полум'я є просторова геометрична фігура, яка:

заповнена «розжареними» мікрочастинками множини $\{M_2\}$ продуктів згорання оболонки «об'єданого факела» полум'я;

має висоту $H_{\text{об.фак}}$, м, величина якої дорівнює максимально можливій висоті язиків «об'єданого факела»;

«спирається» на охоплену горінням поверхню «запасів» ГМ (тобто на $Z_{\text{ім.пож.гор.пр}}$).

Запропонована фізична модель зосереджує основну увагу на тому, що кожна мить у процесах формування основних параметрів зони можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірної пожежі (зокрема, можливих ФГРiПрР зовнішньої межі ЗМУ_{тепл.ім.пож.гор.пр}) «приймають участь», як «теплове випромінювання» кожної «розжареної» мікрочастинки, так і «сумарне теплове випромінювання» усіх «розжарених» мікрочастинок, що в даний момент входять до складу множини $\{M_2\}$. Зазначене і створює підґрунтя для розробки обґрунтованих фізичних і математичних моделей процесів формування електромагнітного поля «теплого випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки і процесів формування сумарного електромагнітного поля «теплого випромінювання» множини $\{M_2\}$ таких «розжарених» мікрочастинок.

2.2. Фізичні і математичні моделі процесів формування електромагнітного поля «теплого випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки

Під мікрочастинкою множини $\{M_2\}$ слід розуміти «розжарену» (внаслідок фізико-хімічних процесів горіння) мікрочастинку, яка хоч і містить кілька молекул продуктів повного і неповного згорання (CO_2 , H_2O , CO та ін.), але має настільки малі лінійні геометричні розміри ($d_{\text{мікрочаст.}\{M_2\}} = d_m \approx 10^{-9} \dots 10^{-8}$ м), що величини її визначальних параметрів (густини, температури, спектра випромінювання та ін.) можна вважати постійними.

Саму ж «розжарену» мікрочастинку (через її надто малі лінійні розміри d_m , м, у порівнянні з довжиною випромінюваних нею хвиль «теплого випромінювання» ($\lambda_{\text{випр}} \approx 10^{-5} \dots 10^{-4}$ м) можна вважати «точковим випромінювачем» сфероподібної форми з площею поверхні $S_{\text{пов.мікрочаст.}\{M_2\}}$, м^2 , яка визначається виразом $S_{\text{пов.мікрочаст.}\{M_2\}} = \pi \cdot d_m^2$.

Згідно з описаним у працях [1 – 3] «теплове випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки (як «точкового випромінювача») поширюється у НПС рівномірно у всіх напрямках відносно місця її розташування.

При цьому величина поверхневої густини потужності теплового потоку – ПГППП_м, Вт/м², вказаної «розжареної» мікрочастинки (у безпосередній близькості від її поверхні) визначається таким співвідношенням:

$$\text{ПГППП}_m = \xi_{\text{ч}} \cdot I_m = \frac{P_m}{\pi d_m^2}, \quad (1)$$

де ПГППП_м – поверхнева густина потужності теплового потоку «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки (у безпосередній близькості від її поверхні), Вт/м²; $\xi_{\text{ч}}$ – коефіцієнт «чорноти» окремої «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я; I_m – інтенсивність «теплового випромінювання» такої «розжареної» мікрочастинки (як «абсолютно чорного» тіла), тобто потужність електромагнітних коливань «теплового випромінювання», що випромінюються з одиниці площі поверхні цієї мікрочастинки, Вт/м²; P_m – потужність електромагнітних коливань «теплового випромінювання» зазначеної «розжареної» мікрочастинки (тобто потужність «точкового випромінювача»), Вт; d_m – діаметр сфероподібної «розжареної» мікрочастинки, м.

Частина інтенсивності «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки (I_m , Вт/м²), яка випромінюється у інтервалі довжин хвиль від λ , м, до $(\lambda + d\lambda)$, м, є її спектральною інтенсивністю ($I_{m\lambda}$, Вт/м²), величина якої згідно із законом Планка [3] визначається у відповідності з виразом

$$I_{m\lambda} = \frac{dI_m}{d\lambda} = \frac{2\pi \cdot h \cdot c^2 \cdot \lambda^{-3}}{\exp\left(\frac{h \cdot c}{\lambda \cdot k \cdot t_m}\right) - 1}, \quad (2)$$

де $I_{m\lambda}$ – спектральна інтенсивність «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я, Вт/м²; h – стала Планка ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с); c – швидкість розповсюдження «теплового випромінювання» ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с); λ – довжина хвилі «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки, м; k – стала Больцмана ($k = 1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); t_m – температура «розжареної» мікрочастинки, К.

Отже, величину повної (у всьому діапазоні випромінюваних частот) інтенсивності «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я можна визначити із застосуванням таких співвідношень

$$I_m = \int_0^{\infty} I_{m\lambda} \cdot d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{2\pi \cdot h \cdot c^2 \cdot \lambda^{-3}}{\exp\left(\frac{h \cdot c}{\lambda \cdot k \cdot t_m}\right) - 1} d\lambda = \frac{2\pi^5 \cdot k^4}{15h^3 \cdot c^2} t_m^4, \quad (3)$$

де I_m – величина повної (у всьому діапазоні випромінюваних частот) інтенсивності «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я, Вт/м²; $I_{m\lambda}$ – величина спектральної інтенсивності «теплового випромінювання» цієї «розжареної» мікрочастинки, Вт/м²; h – стала Планка ($h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с); c – швидкість розповсюдження «теплового випромінювання» ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с); λ – довжина хвилі «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки, м; k – стала Больцмана ($k = 1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); t_m – температура «розжареної» мікрочастинки, К.

При цьому у виразі (3) співмножник $2 \cdot \pi^5 \cdot k^4 / 15 \cdot h^3 \cdot c^2$ фактично є сталою Стефана – Больцмана – σ ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м² · К⁴). Тому вираз (3) може бути записаним у вигляді

$$I_m = \sigma \cdot t_m^4. \quad (4)$$

В свою чергу, потужність такого «точкового випромінювача» (тобто «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я) – P_m , Вт, визначається співвідношенням

$$P_m = \xi_{\text{ч}} \cdot \sigma \cdot (t_{\text{об.факГМконкр}} + 273)^4 \cdot \pi \cdot d_m^2, \quad (5)$$

де P_m – потужність електромагнітних коливань «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки, Вт; $\xi_{\text{ч}}$ – коефіцієнт «чорноти» окремої «розжареної» мікрочастинки; σ – стала Стефана – Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м² · К⁴); $t_{\text{об.факГМконкр}}$ – величина температури «об'єданого факела» полум'я конкретного горючого матеріалу, °С; d_m – діаметр «розжареної» мікрочастинки, м.

«Теплове випромінювання» такого «точкового випромінювача» поширюється у НПС рівномірно у всіх напрямках в межах сфери (з центром у місці розташування окремої «розжареної» мікрочастинки). У процесі такого поширення величина поверхневої густини потужності теплового потоку – ПГППП, Вт/м², «теплового випромінювання» цієї «розжареної» мікрочастинки зменшується зворотно пропорційно квадрату величини відстані від місця її розташування – r_m , м. Крім того у процесі такого поширення відбувається зменшення величини ПГППП, Вт/м², зазначеного «теплового випромінювання» внаслідок його «затухання» (яке характеризується величиною коефіцієнта – k_3) у середовищі поширення.

Враховуючи викладене, досить коректною математичною моделлю для завчасного визначення можливої величини поверхневої густини потужності теплового потоку – ПГПТП_Г, Вт/м², «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я може бути вираз

$$\text{ПГПТП}_Г = \frac{\xi_{\text{ч}} \cdot \sigma \cdot (t_{\text{об.факГМконкр}} + 273)^4 \cdot d_m^2 \cdot e^{-k_3 \cdot r}}{4r^2} \quad (6)$$

де ПГПТП_Г – величина поверхневої густини потужності теплового потоку «теплового випромінювання» окремої «розжареної» мікрочастинки на відстані r , м, від неї, Вт/м²; $\xi_{\text{ч}}$ – коефіцієнт «чорноти» окремої «розжареної» мікрочастинки; σ – стала Стефана – Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²·К⁴); $t_{\text{об.факГМконкр}}$ – температура «об'єданого факела» полум'я конкретного горючого матеріалу, °С; d_m – діаметр «розжареної» мікрочастинки, м; k_3 – коефіцієнт затухання «теплового випромінювання» у середовищі його поширення; r – відстань від місця розташування окремої «розжареної» мікрочастинки, м.

2.3. Фізичні і математичні моделі процесів формування основних параметрів сумарного електромагнітного поля «теплового випромінювання» множини $\{M_2\}$ «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я

Описані процеси «нагрівання» конкретного матеріального об'єкта характерні для кожної з існуючих в даний момент «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я. Зазначене (а також той факт, що кожна з «розжарених» мікрочастинок «народжується і функціонує» незалежно від умов «народження і функціонування» інших «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я, а тому електромагнітні коливання їх «теплового випромінювання» не є когерентними) свідчить про те, що:

у «нагріванні» конкретного матеріального об'єкта «беруть участь» усі існуючі в даний момент «розжарені» мікрочастинки «об'єданого факела» полум'я пожежі;

ступінь «нагрівання» цього об'єкта «теповим випромінюванням» і-тої «розжареної» мікрочастинки прямо пропорційний величині ПГПТП_{Гі}, Вт/м², створюваної нею у місці розташування об'єкта (при цьому величина ПГПТП_{Гі} визначається згідно з виразом (6));

сумарне «нагрівання» вказаного об'єкта («теповим випромінюванням» усіх існуючих в даний

момент «розжарених» мікрочастинок «об'єданого факела» полум'я) прямо пропорційне величині поверхневої густини потужності сумарного теплового потоку – ПГПСТП_{M2}, Вт/м², створюваного сумою ПГПТП_{Гі}, Вт/м².

При цьому величина ПГПСТП_{M2} у місці розташування конкретного опромінюваного об'єкта визначається згідно із співвідношенням

$$\text{ПГПСТП}_{\{M_2\}\text{об.конкр}} = \text{ПГПТП}_{Г1\text{об.конкр}} + \text{ПГПТП}_{Г1\text{об.конкр}} + \dots + \text{ПГПТП}_{m2\text{об.конкр}} \quad (7)$$

де ПГПСТП_{{M2}об.конкр} – величина поверхневої густини потужності сумарного теплового потоку у місці розташування конкретного матеріального об'єкта внаслідок його опромінювання «теповим випромінюванням» усіх «розжарених» мікрочастинок множини $\{M_2\}$ «об'єданого факела» полум'я пожежі, Вт/м²; ПГПТП_{Г1об.конкр}}, ПГПТП_{Г2об.конкр}}, ..., ПГПТП_{Гm2об.конкр}} – величини поверхневої густини потужності теплових потоків, створюваних у місці розташування конкретного об'єкта «теповим випромінюванням» першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок множини $\{M_2\}$ «об'єданого факела» полум'я відповідно, Вт/м².

Описане «нагрівання» матеріальних об'єктів свідчить про наявність у НПС (навколо зони горіння пожежі) зони можливого ураження «теповим випромінюванням» – ЗМУ_{тепл.йм.пож}, в межах якої люди можуть загинути або отримати опіки різного ступеня, а будівлі, споруди, інші штучні і природні об'єкти (з вмістом ГМ) можуть зазнати термічного пошкодження і, навіть, загорітися.

Абсолютна більшість з відомих і перспективних будівельних і оздоблювальних горючих матеріалів, а також практично всі рослинні горючі матеріали (в пожежонебезпечні періоди) займаються при ПГПСТП_{{M2}об.конкр} ≥ 10 кВт/м² вже через 5...15 хвилин впливу «теплового випромінювання». При цьому на відкритих ділянках шкірних покривів людей виникають опіки різного ступеня.}

Враховуючи викладене, досить коректною фізичною моделлю зони можливого ураження «теповим випромінюванням» ймовірної пожежі – ЗМУ_{тепл.йм.пож} є просторова геометрична фігура:

яка «охоплює» зону горіння цієї пожежі;

в межах якої величина ПГПСТП_{M2} перевищує або дорівнює 10 кВт/м².

Найважливішими параметрами ЗМУ_{тепл.йм.пож} (які визначають можливі негативні екологічні і соціально-економічні наслідки та величини можливих людських і матеріальних втрат, а також можливі місця виникнення вторинних пожеж) є можливі форма, геометричні розміри і просторове роз-

ташування зовнішньої межі горизонтальної проекції зони можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірної пожежі – ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.}

Досить коректною фізичною моделлю зовнішньої межі горизонтальної проекції зони можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірної пожежі є замкнена лінія, яка «охоплює» горизонтальну проекцію зони горіння – ЗГ_{йм.пож.гор.пр.} цієї пожежі і в кожній точці якої величина ППСТП_{M2} становить 10 кВт/м².

Можливі форма, геометричні розміри і просторове розташування цієї лінії досить коректно описуються виразами (6) і (7), які показують, що можливі ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.} конкретної ймовірної пожежі повністю визначаються формою, геометричними розмірами і просторовим розташуванням горизонтальної проекції зони горіння цієї пожежі (ФГРiПрР ЗГ_{йм.пож.гор.пр.}), а також величинами висоти (Н_{об.фак.}, м) і температури (t_{об.фак.}, °C) її «об'єднаного факела» полум'я.

З урахуванням викладеного шляхом трансформації співвідношень (6) і (7) отримуємо вираз (8) математичної моделі прогнозування можливих ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.}

$$\begin{aligned} & \ddot{I} \ddot{A} \ddot{N} \ddot{O} \ddot{I} \quad \{i \ 2\} \ddot{E} \ddot{O} \ddot{I} = 10 \hat{A} \hat{O} / i^2 = \\ & = \frac{\xi_{\ddot{r}1} \cdot \sigma \left(t_{\hat{a}\hat{e}.i \ \ddot{e}\hat{\delta}i \ \ddot{a}\hat{n}\hat{o}1} + 273 \right)^4 \cdot \pi d_{m1}^2 \cdot e^{-k_{\ddot{c}} \cdot r_1}}{4\pi \cdot r_1^2} + \\ & + \frac{\xi_{\ddot{r}2} \cdot \sigma \left(t_{\hat{a}\hat{e}.i \ \ddot{e}\hat{\delta}i \ \ddot{a}\hat{n}\hat{o}2} + 273 \right)^4}{4\pi \cdot r_2^2} \times \\ & \quad \times \pi d_{m2}^2 \cdot e^{-k_{\ddot{c}} \cdot r_2} + \dots + \\ & + \frac{\xi_{\ddot{r}m2} \cdot \sigma \left(t_{\hat{a}\hat{e}.i \ \ddot{e}\hat{\delta}i \ \ddot{a}\hat{n}\hat{o}m2} + 273 \right)^4}{4\pi \cdot r_{m2}^2} \times \\ & \quad \times \pi d_{m2}^2 \cdot e^{-k_{\ddot{c}} \cdot r_{m2}}, \end{aligned} \quad (8)$$

де ППСТП_{{M2}KT10} – величина поверхневої густини потужності сумарного теплового потоку у кожній з конкретних точок ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.}, Вт/м²; $\xi_{\ddot{r}1}, \xi_{\ddot{r}2}, \dots, \xi_{\ddot{r}m2}$ – величини коефіцієнтів «чорноти» першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок множини {M₂} «об'єднаного факела» полум'я пожежі; t_{вл.мікрочаст.1}, t_{вл.мікрочаст.2}, ..., t_{вл.мікрочаст.m2} – величини власних температур першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок множини {M₂}, °C; σ – стала Стефана – Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²·K⁴); d_{m1}, d_{m2}, ..., d_{mm2} – величини діаметрів першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок множини {M₂}, м; k₃ – величина коефіцієнта затухання елект-

ромагнітних хвиль «теплого випромінювання» у середовищі їх поширення; r₁, r₂, ..., r_{m2} – величини відстаней від першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок «об'єднаного факела» полум'я до конкретної точки КТ10 на ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.}, м.

Враховуючи, що величини коефіцієнта «чорноти» ($\xi_{\ddot{r}1} \approx \xi_{\ddot{r}2} \approx \dots \approx \xi_{\ddot{r}m2} \approx \xi_{\text{ч.об.фак.}}$), власної температури (t_{вл.мікрочаст.1} \approx t_{вл.мікрочаст.2} \approx ... \approx t_{вл.мікрочаст.m2} \approx \approx t_{об.фак.ГМконкр.}), діаметра (d_{m1} \approx d_{m2} \approx ... \approx d_{mm2} \approx 10⁻⁸ м) кожної з «розжарених» мікрочастинок множини {M₂} є практично однаковими, та зважаючи на необхідність прогнозування можливих ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.} з максимально можливими розмірами (що можливо тільки при $\xi_{\ddot{r}i} = 1$ і k₃ = 0), приходимо до висновку, що досить коректною математичною моделлю для прогнозування зазначених основних параметрів зони можливого ураження «тепловим випромінюванням» є співвідношення

$$\begin{aligned} & 10 \hat{A} \hat{O} / i^2 = \\ & = 0,25\sigma \left(t_{\hat{a}\hat{e}.i \ \ddot{e}\hat{\delta}i \ \ddot{a}\hat{n}\hat{o}} + 273 \right)^4 \cdot d_m^2 \times, \quad (9) \\ & \times \left(\frac{1}{r_{1-KT10}^2} + \frac{1}{r_{2-KT10}^2} + \dots + \frac{1}{r_{m2-KT10}^2} \right), \end{aligned}$$

де t_{об.фак.ГМконкр.} – величина температури «об'єднаного факела» полум'я конкретного горючого матеріалу, °C; σ – стала Стефана – Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²·K⁴); d_m – величина діаметра «розжареної» мікрочастинок «об'єднаного факела» полум'я, м; r_{1-KT10}, r_{2-KT10}, ..., r_{m2-KT10} – величина відстані від першої, другої, ..., m₂-ої «розжарених» мікрочастинок «об'єднаного факела» полум'я ймовірної пожежі до конкретної точки – КТ10 на ЗМ її ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.}, м.

На думку автора, для забезпечення завчасного визначення і наочного відображення можливих ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.йм.пож.гор.пр.} конкретної ймовірної пожежі (за даними про можливі ФГРiПрР її ЗГ_{йм.пож.гор.пр.}, а також про можливі величини висоти (Н_{об.фак.}, м) і температури (t_{об.фак.}, °C) «об'єднаного факела» полум'я цієї пожежі) найпродуктивнішим є застосування чисельно-графічних методів розв'язання виразу (9) з використанням ПК.

Висновки

Впровадження описаних у статті моделей процесів формування основних параметрів зон можливого ураження «тепловим випромінюванням» ймовірних пожеж може стати підґрунтям для розробки програмних продуктів інформаційної технології з прогнозування можливих екологічних і соціально-економічних наслідків конкретної ймовірної пожежі

шляхом завчасного визначення і наочного відображення можливих ФГРiПрР ЗМ ЗМУ_{тепл.ім.пож.гор.пр.} можливих величин загальних (M_{заг.тепл.}, ос.) і санітарних (M_{сан.тепл.}, ос.) втрат людей, прямих матеріальних втрат (ПМВ, тис. грн.) внаслідок впливу зазначеного уражального чинника, а також можливих місць виникнення вторинних пожеж.

Література

1. Клеєвська В.Л. Інформаційна технологія прогнозування основних параметрів зони можливого ураження ймовірної пожежі внаслідок впливу теплового випромінювання / В.Л. Клеєвська, В.О. Максименко // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 35. – X., 2007. – С. 183-195.

2. Кобрін В.М. Інформаційна технологія з прогнозування значень основних параметрів зони можливого ураження ймовірної пожежі в природній екологічній системі внаслідок впливу теплового випромінювання / В.М. Кобрін, В.Л. Клеєвська // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 3(37). – С. 116 - 125.

3. Справочник машиностроителя; в 6 тт. / Н.С. Ачеркан, М.П. Букалович, В.Н. Кудрявцев и др.; под ред. Н.С. Ачеркана. Т.2. – М.: Машгиз, 1961. – 740 с.

Надійшла до редакції 1.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедри хімії, екології та експертних технологій А.В. Бетин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЕЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ «ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ» ВЕРОЯТНЫХ ПОЖАРОВ

В.Л. Клеевская

Показано, что определяющими основными параметрами зоны возможного поражения «тепловым излучением» вероятного пожара относятся возможные форма, геометрические размеры и пространственное положение внешней границы горизонтальной проекции указанной зоны. Формирование этих параметров осуществляется «тепловым излучением» множества «раскаленных» микрочастиц «объединенного факела» пламени пожара. Предложены оригинальные модели процессов формирования электромагнитного поля «теплового излучения» отдельной «раскаленной» микрочастицы продуктов сгорания и множества «раскаленных» микрочастиц «объединенного факела» пламени пожара.

Ключевые слова: пожар, «раскаленная» микрочастица, продукты сгорания, «объединенный факел» пламени, тепловой поток.

PROCESS MODELS CONFIGURATION CRITICAL PARAMETERS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS THERMAL EMANATION PROBABLE FIRE

V.L. Kleevskaya

Define key parameters of zone possible lesion "heat radiation" probable fire are possible form, geometry and spatial location outward of ichnography of border stated zone, showed in article. Forming these parameters doing whith "thermal radiation" of great number burning hot microparticles fire. Proposed original models of processes forming electromagnetic fields thermal emanation separate burning hot microparticle of product combustion and great number burning hot microparticles fire.

Key words: fire, burning hot microparticle, product combustion, unite torch flame, heat flow.

Клеевская Валерия Леонидовна – асистент кафедри хімії, екології та експертних технологій, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.