



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43922 (13) U  
(51) МПК  
A62C 3/02 (2009.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ ДИСПЕРГОВАНОЮ ПОЖЕЖОГАСИЛЬНОЮ РІДИНОЮ

1

2

(21) u200902989

(22) 30.03.2009

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) СВИРИДЕНКО МИКОЛА ФЕДОРОВИЧ, ЗА-  
ВОЛОКА ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, КРЕМЕ-  
НА АНДРІЙ ПЕТРОВИЧ(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАЦІОНА-  
ЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ ТА НАЦІОНАЛЬ-  
НЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ(57) Спосіб гасіння пожежі диспергованою пожежо-  
гасильною рідиною, що подається зовні вздовж  
поверхні зони горіння і накриває всю її площу од-  
ночасно, який **відрізняється** тим, що подачу по-  
жежогасильної рідини здійснюють над зоною го-  
ріння на висоті

$$Z < (1,2 \div 1,3) F_{\text{П}}^{0,5}, \text{ м}$$

де  $F_{\text{П}}$  - площа пожежі,  $\text{м}^2$ ,  
з медіанним діаметром крапель  
 $d_{\text{мо}} > 1,08Z$ , мм,  
і інтенсивністю

$$I_0 = 0,0126 e^{\frac{0,81Z^2}{d_{\text{мо}}^2}} \left\{ \frac{2,08 M_{\text{ПН}}^{0,8}}{\tau_{\text{TE}}^{16,76K}} \cdot \frac{\chi \dot{m}_{\text{СГ}}^{0,17} Q_{\text{Н}}}{4,2(373 - T_{\text{ПГР}}) + r} + \frac{(\alpha L_0 + 0,775) \cdot \dot{m}_{\text{СГ}} Z^{1,5}}{(d_{\text{мо}} + 1,167Z^2)^{0,286}} \right\}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

де  $M_{\text{ПН}}$  - питоме пожежне навантаження,  $\text{кг/м}^2$ ;  
 $K$  - концентрація поверхнево-активної речовини  
(ПАР) у ПГР в частках одиниці;  
 $\tau_{\text{T}}$  - час гасіння пожежі, с;  
 $\chi$  - коефіцієнт хімічного кризі спеціальний пристрій  
 $\dot{m}_{\text{СГ}}$  - швидкість згоряння пожежного навантажен-  
ня,  $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ ; $Q_{\text{Н}}$  - найнижча теплота згоряння пожежного наван-  
таження,  $\text{кДж/кг}$ ;  
 $T_{\text{ПГР}}$  - температура ПГР, К;  
 $r$  - теплота випаровування ПГР,  $\text{кДж/кг}$ ;  
 $\alpha$  - коефіцієнт надлишку повітря у факелі пожежі;  
 $L_0$  - об'єм повітря, теоретично необхідний для спа-  
лення 1 кг пожежного навантаження,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Корисна модель відноситься до пожежогасіння і призначена для підвищення ефективності гасіння пожеж горючих рідин (ГР) і твердих горючих матеріалів, у тому числі тих, що розвиваються на великій площі (розливів ГР, лісових та степових пожеж та ін.), диспергованою пожежогасильною рідиною (ПГР), що подається зовні в зону горіння.

Відомим є спосіб гасіння пожеж шляхом інтенсивного зрошення зони пожежі водою з ємності, що транспортується гвинтокрилом. При цьому вода при проходженні крізь спеціальний пристрій диспергується і розподіляється на значні площі пожежі [патент США 6,889,776, A62C25/00 від 10.05.2005р.]. Однак, приймаючи до уваги велику висоту подачі ПГР, яка зумовлена складністю та небезпечністю пілотування гвинтокрила над зоною пожежі, краплі ПГР утворюються на висоті, де

швидкість продуктів згоряння, що підіймаються, достатньо висока [див. с. 128 у кн. Драйзделл Д. Введение в динамику пожаров. / Пер. с англ. К. Г. Бомштейна; Под ред. Ю. А. Кошмарова, В. Е. Макарова. - М. : Стройиздат, 1990. - 424 с.]. Внаслідок цього, більшість крапель не здатна здолати швидкісний напір потоку продуктів згоряння, що підіймаються, і проникнути до пожежного навантаження [див. с.153 - 154 у кн. Драйзделл Д. Введение в динамику пожаров]. Вказані обставини суттєво знижують ефективність пожежогасіння.

Відомим є спосіб гасіння пожежі, що реалізується пристроєм по патенту США 7,089,862, A62C 13/00 від 15.08.2006р., при якому подача диспергованої ПГР в зону пожежі здійснюється шляхом вкидання у неї ємності з ПГР і підривом її на малій висоті над зоною. Під час вибуху формується хма-

(13) U

(11) 43922

(19) UA

ра диспергованої води, що вкриває зону пожежі. При цьому, хоча диспергування відбувається на малій висоті, однак переважний викид ПГР вгору і вбік, а не до пожежного навантаження, суттєво знижує ефективність пожежогасіння [див. Захматов В. А. Зависимость величины расхода огнетушащих составов от способа подачи их в очаг горения // Сб. науч. тр. - Харьков : ХАИ, 1988. - С. 66-73].

Найбільш близьким за технічною суттю до способу гасіння, що заявляється, є спосіб по патенту США 3,584,412, A01G13/06, G02B5/24 від 15.06.1971р. (прототип), при якому подачею диспергованої до розміру крапель  $d_k=50-100\text{мкм}$  ПГР вздовж поверхні зони пожежі здійснюється одночасне накривання всієї зони. При цьому з метою підвищення проникаючої здатності крапель в факел пожежі вони покриваються моношаром довгих молекул в'язких спиртів, що уповільнює швидкість випаровування крапель на значній ділянці руху. Припускається, що вказаний туман забезпечує екранування пожежного навантаження від теплового випромінювання факела пожежі, що впливає визначальним образом на інтенсивність горіння пожежного навантаження [див. с.208 у кн. Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. М. Кошмаров и др. - М.: Стройиздат, 1988. - 448 с.], охолодження факела пожежі та пожежного навантаження і заглушення горіння.

Загальними істотними ознаками відомого способу гасіння і того, що заявляється, є використання для гасіння пожежі потоку диспергованої пожежогасячої рідини, що подається зовні вздовж поверхні зони горіння з одночасним накриванням усієї її площі, що забезпечує найбільшу ефективність пожежогасіння [див. Захматов В. А. Зависимость величины расхода огнетушащих составов от способа подачи.].

Однак, при здійсненні способу-прототипу значна частина диспергованого потоку ПГР з діаметром крапель  $d_k=50-100\text{мкм}$  буде відноситись потоками продуктів згоряння, що підіймаються, із зони пожежі.

Це пояснюється тим, що вказані значення діаметрів крапель суттєво менше діаметру їх завивання, що визначається співвідношенням [див. Первушин Ю. В. Тушение распыленной водой и

порошками диффузионных пламен // Физика горения и взрыва. - 1979. - № 1. - С. 77 - 84.].

$$d_{\text{ЗAB}} = \frac{3 \cdot 10^3}{4} \frac{\rho_{\text{Г}}}{\rho_{\text{ПГР}}} \cdot \frac{W_{\text{Г}}^2}{g}, \text{ мм}, \quad (1)$$

де  $W_{\text{Г}}$  - швидкість продуктів згоряння, що підіймаються, в зоні стійкого полум'я, м/с;

$\rho_{\text{Г}}$  - густина продуктів згоряння, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{ПГР}}$  - густина ПГР, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - прискорення вільного падіння м/с<sup>2</sup>.

Після підстановки значень  $W_{\text{Г}}$  і  $\rho_{\text{Г}}$ , що відповідають зоні стійкого горіння [див. с. 140 у кн. Драйделл Д. Введение в динамику пожаров.] із співвідношення (1) слідує, що

$$d_{\text{ЗAB}} \sim 1,08 \cdot Z, \text{ мм}, \quad (2)$$

де  $Z$  - висота потоку ПГР над зоною горіння, м.

Із (2) слідує, що потрапити безпосередньо на розташовану на поверхні Землі зону пожежі можуть краплі, що знаходяться на висоті  $Z < 0,1\text{м}$ . Це дозволяє зробити висновок про низьку пожежогасячу ефективність способу-прототипу в застосуванні до гасіння цілого ряду пожеж (розливи ГР, лісові та степові пожежі та ін.).

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу гасіння пожежі потоком диспергованої ПГР, що подається зовні вздовж поверхні зони горіння, при якому шляхом взаємобумовленого вибору висоти подачі ПГР над зоною горіння і характеристик дисперсності забезпечується підвищення ефективності пожежогасіння.

Поставлена мета досягається тим, що подача диспергованого потоку ПГР здійснюється вздовж зони горіння на висоті

$$Z < (1,2 \div 1,3) F_{\text{П}}^{0,5}, \text{ м} \quad (3)$$

де  $F_{\text{П}}$  - площа пожежі, м<sup>2</sup>, тобто під випромінюючу площу факела [див. с. 176 у кн. Термогазодинамика пожаров в помещениях].

Поставлена мета досягається також тим, що характеристики дисперсності потоку ПГР вибираються із умови, що медіанний діаметр крапель

$$d_{M_0} > 1,08Z, \text{ мм} \quad (4)$$

а інтенсивність його подачі в зону горіння  $I_0$  розраховується по співвідношенню [див. Кремена А. П. Определение пожаротушающей интенсивности полидисперсного потока жидкости // Теория и практика металлургии. - 2003. - № 4. - С. 63 – 68].

$$I_0 = 0,0126e^{\frac{0,81Z^2}{d_{M_0}^2}} \left\{ \frac{2,08M_{\text{ПН}}^{0,8}}{\tau_{\text{T}}e^{16,76K}} \cdot \frac{\chi \dot{m}_{\text{СГ}}^{0,17} Q_{\text{Н}}}{4,2(373 - T_{\text{ПГР}}) + r} + \frac{(\alpha L_0 + 0,775) \cdot \dot{m}_{\text{СГ}} Z^{1,5}}{(d_{M_0} + 1,167Z^2)^{0,286}} \right\}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (5)$$

де  $M_{\text{ПН}}$  - питоме пожежне навантаження, кг/м<sup>2</sup>;

$K$  - концентрація поверхнево-активної речовини (ПАР) у ПГР в частках одиниці;

$\tau_{\text{T}}$  - час гасіння пожежі, с;

$\chi$  - коефіцієнт хімічного недопалу;

$\dot{m}_{\text{СГ}}$  - швидкість згоряння пожежного навантаження, кг/м·с;

$Q_{\text{Н}}$  - найнижча теплота згоряння пожежного навантаження, кДж/кг;

$T_{\text{ПГР}}$  - температура ПГР, К;

$r$  - теплота випаровування ПГР, кДж/кг;

$\alpha$  - коефіцієнт надлишку повітря у факелі пожежі;

$L_0$  - теоретично необхідний об'єм повітря для спалення 1 кг пожежного навантаження, м<sup>3</sup>/кг.

Порівняльний аналіз з прототипом показує, що спосіб гасіння пожежі, що заявляється має наступні відмінні ознаки:

1) подача диспергованої ПГР здійснюється на висоті над зоною горіння, що менша за висоту розміщення випромінюючої площі факела пожежі;

2) медіанний діаметр крапель ПГР вибирається більшим за діаметр зависання крапель на висоті подачі Z;

3) інтенсивність подачі ПГР вибирається із умови гасіння пожежі за наперед заданий час  $\tau_T$  з урахуванням характеристик і параметрів пожежного навантаження і ПГР.

Сукупність 1) - 3) зазначених відмінних ознак є достатньою у всіх випадках, на яких поширюється обсяг правового захисту, що запитується.

Подача диспергованої ПГР під випромінюючу площину факелу забезпечує найбільш ефективне екранування поверхні пожежного навантаження, що горить, від теплового випромінювання факелу зависою із крапель [див. с. 106 - 109 у кн. Иванов Е. М. Пожарная защита открытых технологических установок. - М.: Химия, 1975. - 200с.] та охолодження факелу при їх випаровуванні [див. Эффективность охлаждения газового потока мелкодиспергированной влагой / В. Т. Буглаев, М. Н. Лифшиц и др. // Теплоэнергетика. - 1986. - № 5. - С. 4 - 7.].

Вибір ступеню дисперсності, при якому медіанний діаметр крапель ПГР більше діаметру її зависання на висоті подачі в зону горіння, забез-

печує опускний рух значної масової частки (> 50 %) ПГР до поверхні пожежного навантаження, що горить. Сполучення екранування пожежного навантаження від теплового потоку випромінювання факелу краплями ПГР, охолодження високотемпературних продуктів згоряння краплями, що випаровуються, та інтенсивного охолодження пожежного навантаження краплями ПГР, що випадають на неї [див. с. 74 - 75 в статті Боначина, Дель Джудиче, Комини. Капельное испарение // Теплопередача: Тр. америк. общ. инж.-мех. - 1979. - Т. 101, № 3. - С. 69 - 76], забезпечує найкращий ефект заглушення горіння, [див. с. 55 у кн. А. Н. Баратов, Е. Н. Иванов. Пожаротушение на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Химия, 1971.- 416 с.].

Вибір інтенсивності подачі ПГР в зону горіння по співвідношенню (4), що враховує характеристики пожежного навантаження і ПГР, забезпечує гасіння пожежі за заданий час. Це сприяє розширенню функціональних можливостей способу гасіння, що заявляється, та область використання диспергованих ПГР.