

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Настанова з технічної служби пожежної охорони МВС України: додаток до наказу №717 ВІД 23.10.1997р. К.:- 1997.-180 с.*
2. *Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию.- М.:Транспорт, 1987.-272 с.*
3. *Тихомиров А.О. Эксплуатация авиационной техники по состоянию. Авиация и космонавтика. – 1982.-№2. с.36-37.*
4. *Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем.-М.: Высшая школа, 1982.-231с.*
5. *Техническая эксплуатация автомобилей. Под ред.Г.В.Крамаренко.2-е изд., перераб. И доп.- М.:Транспорт, 1983-488 с.*
6. *Доманський В.А. Про стан та проблеми забезпечення пожежної безпеки в Україні. Бюлетень пожежної безпеки.-2000. №3.-с. 3-5.*
7. *В.В. Пивоваров „Возрастная структура и надежность парка пожарных автомобилей”. Пожарная безопасность. 2003.№2.*

УДК 614.84

*Р.Я.Лозинський (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)
В.В.Мамаєв, к.т.н. (Науково-дослідний інститут гірничої справи, м. Донецьк)*

ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

У статті розглянуто можливість зниження напірних і температурних характеристик парогазових струменів шляхом введення розпиленої води безпосередньо в газовий потік. Проаналізовано два методи дослідження процесу охолодження.

В практиці пожежної справи часто використовують інертні гази і парогазові суміші як засіб дистанційного гасіння пожеж на об'єктах підвищеної небезпеки, зокрема, коксохімічного виробництва, вугільної, нафтопереробної, газової промисловості та ін. При цьому досягається не тільки ліквідація горіння у вигляді полум'я, але і забезпечується утворення вибухобезпечної атмосфери в ізольованих приміщеннях, а також охолодження конструкцій приміщення і обладнання.

Одним з найбільш ефективних засобів боротьби з розвинутими пожежами на об'єктах є високопродуктивні мобільні установки, оснащені турбореактивними двигунами. Однак такі установки найчастіше використовують для гасіння нафтових і газових фонтанів завдяки високій швидкості (до 550 м/с) газоводяного струменя, що витікає з реактивної насадки. При цьому температура відпрацьованих газів інколи складає близько 600 °С [1-5]. Для розширення області застосування подібних установок пожежогасіння необхідно мати можливість знизити напірні і температурні характеристики їх парогазових струменів, що і є метою даної роботи.

Перед подачею даної суміші в приміщення, що захищається, необхідно понизити швидкість подачі й охолодити її до визначеної температури, величина якої залежить від конкретної задачі, яка вирішується за допомогою даної установки. Наприклад, якщо необхідно в найкоротший строк припинити горіння в вигляді полум'я, то температура парогазової суміші

повинна бути в інтервалі 200-250 °С. Для забезпечення умов проведення рятувальних робіт у приміщенні температура парогазової суміші повинна бути не більше 60 °С.

Цим вимогам найбільшою мірою відповідають способи і засоби одержання інертного газу для гасіння підземних пожеж у вугільних шахтах [6, 7]. В таких установках для охолодження продуктів згорання гасу в турбореактивному двигуні використовують воду, піну або рідкий азот, а для підвищення ефективності гасіння пожежі застосовують парогазову суміш у сполученні з різноманітними добавками (піна, дрібнодисперсний порошок, галоїди та ін.) Спалювання гасу здійснюється при співвідношенні витрати повітря і палива, що наближається до стехіометричного. При цьому температура парогазової суміші на виході з насадки знижується до 80-90 °С, а суміш складається з 51,8 % азоту, 40 % водяної пари, 7 % діоксиду вуглецю, 1 % кисню і 0,2 % оксиду вуглецю.

Одним з найрозповсюдженіших способів охолодження продуктів згорання, що витікають з реактивної насадки, є введення розпиленої води безпосередньо в газовий потік.

Тепломасообмін продуктів згорання й охолоджуючої води можна розглядати як комплекс взаємопов'язаних процесів: нагрівання і випаровування води; охолодження складників продуктів згорання, що не конденсуються (азот, діоксид вуглецю); охолодження пари, що утворилася при горінні палива і випаровуванні води; конденсації пари; охолодження конденсату і нагрітої в результаті тепломасообміну води.

Зазначені процеси відбуваються у два етапи. На першому етапі тепломасообмін здійснюється за рахунок нагрівання і випаровування охолоджуючої води у високотемпературному потоці продуктів згорання. Із зниженням температури газу збільшується частка пари в парогазовій суміші. При співвідношенні масових витрат води і продуктів згорання, близькому до одиниці, пара в суміші досягає насиченого стану.

При цьому інтенсивність охолодження газу розпиленою водою різко знижується (температура парогазової суміші нижча за 150-200 °С) і виникає необхідність застосування комбінованого охолодження з використанням різних хладоагентів (вода, піна, криогенні рідини) у визначених інтервалах температур охолоджуваного потоку газів.

Ряд специфічних особливостей, властивих процесу охолодження потоку газів, зокрема, обмежені габарити камери охолодження, висока швидкість і початкова температура газу, велика витрата газу й обмежені норми витрати, вимагають створення спеціальних камер охолодження зі складною динамікою газорідних потоків. Для розрахунку таких камер і режимів охолодження в них використання стандартних методик не можливе.

Для дослідження процесів охолодження високотемпературного газу використовують два способи:

- аналітичний з розробкою математичної моделі, що описує процес тепломасообміну розпиленої рідини з високотемпературним газовим потоком;
- експериментальний, з отриманням емпіричних залежностей.

При першому способі розрахунок здійснюється в першому наближенні, коли система полідисперсних крапель рідини замінюється монодисперсним середовищем з діаметром краплі, рівним середньому об'ємно-поверхневому діаметрові. Математична модель включає рівняння руху, теплопровідності, теплового і масового балансу між краплею і газом, а їх рішення знаходять за допущення, що краплі рідини мають сферичну форму і не взаємодіють одна з одною, об'ємом крапель нехтують, теплообмін йде лише між краплями і газом, масові витрати газу і рідини постійні [8]. Однак для перевірки точності отриманих теоретичних результатів були виконані експериментальні дослідження тільки при відносно низьких значеннях температури газу (373-423 К) і малих швидкостях до 1 м/с [9].

У роботі [10] введено поняття про 2 режими випаровування системи крапель в турбулентному газовому струмені - кінетичному і дифузійному. При кінетичному режимі швидкість випаровування системи визначається кінетикою випаровування окремої краплі, при

дифузійному - швидкістю дифузії зовнішнього газу в струмені вцілому. Режим випаровування в струмені визначається за допомогою критерію, що рівний відношенню часу випаровування окремої краплі до часу перебування краплі у внутрішній зоні струменя, у якій рідини досить для повного насичення газу її парами. Розрахунок здійснюється при складанні випаровування краплі по фракціях.

У роботі [11] наводяться теоретичні передумови задачі про тепло- і масообмін між краплями рідини і газовим потоком, а двофазова система характеризується еквівалентним діаметром однієї з крапель, що розподілені по об'єму газу рівномірно і складають решітку.

При цих допущеннях вирішується двовимірною осесиметричною задачею при граничних умовах, що відображають мить потрапляння краплі в середовище іншої температури.

Внаслідок недостатньої вивченості процесу теплообміну при зміні поверхні теплообміну в даний час відсутня єдина думка про номенклатуру показників критеріальних рівнянь для узагальнення дослідних даних при розрахунку охолодження з використанням емпіричних залежностей.

На підставі перетворення диференціальних рівнянь граничного шару для тепломасообміну при випаровуванні до безрозмірного виду були отримані [12] визначальні безрозмірні критерії для подібних процесів і безрозмірні перемінні. Отримано критерій фазового перетворення, що є мірою взаємозалежності інтенсивностей тепло- і масопереносу, або мірою взаємозалежності температурного поля і полів густин біля поверхні перетворення.

В роботі [11] розглядаються процеси тепло- і масообміну в контактних апаратах з пінним режимом взаємодії фаз. Кількість тепла залежить від багатьох факторів, тому автор вказує на неможливість точного математичного опису системи через неоднорідний розподіл фаз по січенню і явищ, що відбуваються на межі розділу фаз. У зв'язку з цим пропонується об'єднати фізичний експеримент із наближеними аналітичними рішеннями.

Аналізуючи наведені методи дослідження процесу охолодження високотемпературного газу розпиленою рідиною і піною можна зробити висновок, що обидва методи (рішення системи диференціальних рівнянь і отримання емпіричної залежності в критеріальній формі) мають свої переваги і недоліки. При використанні першого способу основні труднощі полягають у визначенні закономірностей дроблення рідини на краплі. Отримання розпилення краплі пов'язане з проведенням дорогих експериментів. Помилка експерименту буде накладатися на помилку теоретичних розрахунків, отриману в результаті різних припущень (сферична форма краплі, ідеальний газ, тертя об стінки, адіабатичний процес і т.д.).

Для отримання емпіричної залежності необхідно провести значну кількість експериментів, однак, вони дешевші. Помилка експерименту прирівнюється до помилки отримання математичної моделі за даними експериментами, що значно менша, ніж помилка при теоретичних розрахунках з багатьма спрощеннями або припущеннями.

Для скорочення числа експериментів, зниження помилки і можливості використання моделі на інших подібних апаратах, експеримент необхідно планувати так, щоб у якості регулюючих незалежних перемінних використовувати критерії подібності.

Для вирішення багатоваріантних задач з розширення області застосування мобільних установок, оснащених турбореактивними двигунами, отримання парогазової суміші для інертизації атмосфери в приміщенні і гасіння пожеж, необхідно виконати комплекс досліджень по тепло- масообміну між високотемпературним потоком продуктів згоряння і хладагентами в камері охолодження, за гідродинамікою охолодженої парогазової суміші при транспортуванні її по каналу від установки до об'єкта, що захищається.

Отримані результати можуть бути основою для розробки рекомендацій з тактики застосування і визначення ефективності високопродуктивних мобільних засобів гасіння пожеж парогазовими сумішами на об'єктах підвищеної небезпеки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Применение генераторов инертных газов на базе авиационных газотурбинных двигателей как средства пожаротушения / Мульгинов П.Л., Цховребов М.М., Байлов О.М., Земнухов И.В., Горбатов В.А. // Конверсия в машиностроении. - 2000. - № 5. - С. 110-115.
2. Применение турбореактивных двигателей спасательными службами. *Jet engine power // Fire Int.* - 1998. - № 160. - С. 23.
3. Разработка концепции использования конвертированных авиационных газотурбинных двигателей в электротеплоэнергетике / Алимов Р.З., Доронин М.С., Борисенко А.Э., Забуга А.А., Шауфлер Л.Г.: Саратов. политехн. ин-т. - Саратов, 1992. - 26 с. - Деп в Информэнерго 10.02.91, № 3325-эн 92.
4. Муравченко О. Установка для гасіння пожеж інертними газами // Бюллетень пожежної безпеки. - 2001. - № 2(7). - С.5// Пожежна безпека. - 2001. - № 2.
5. Передвижной генератор инертных газов. *Fahrbare Inertgasgeneratoren // Gas Wärme Int.* - 1982. - 31. - № 7-8. - Р. 364-366.
6. Чумак А.С., Макаренко В.Л., Семко В.Н. Дистанционное активное тушение подземных пожаров с помощью генераторов инертных газов // Уголь Украины. - 1995. - № 4. - С. 29-30.
7. Козлюк А.И., Макаренко В.Л., Карягина Н.В. Исследование газодинамических параметров генератора инертных газов // Уголь. - 1988. - № 11. - С. 39-70.
8. Дикий Н.А. и др. Методика расчета контактного теплообменного аппарата с учетом полидисперсного распыла жидкости // Труды Николаевского кораблестроит. ин-та. - 1975. - Вып .100. - С. 62-66.
9. Дикий Н.А. и др. Экспериментальное исследование тепло и массообменных процессов полидисперсной системы капель воды в потоке горящего воздуха // Труды Николаевского кораблестроит. ин-та. - 1976. - Вып. 108. - С. 38-44.
10. Дунский В.Ф., Яцков Ю.В. Испарение капель в турбулентной газовой струе // Журнал прикладной механики и технической физики. 1976. № 1. - С. 73-79.
11. Николаев Н.А. и др. Закономерности дробления жидкости на капли в вихревых контактных устройствах массообменных аппаратов // Изв. высших учебных заведений . Химия и химическая технология. - 1976. XIX. №11. С. 1773-1776.
12. Шпаковский Р.П. Обобщение опытных данных по тепломассопереносу при испарении и сублимации различных тел в вынужденный поток // ИФЖ. - 1974. - XXVII. - № 1. - С. 33-39.

УДК 614.84

*В.С. Бабенко, к.т. н.,
В.Ф. Кравчуновський (Філія Академії наук пожежної безпеки України),
В.В. Присяжнюк (Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки),
А.П. Кремена (КБ „Південне”)*

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ РУЧНОГО ДИСПЕРГУВАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО СТВОЛА, РОЗРОБЛЕНОГО НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ

Приведені результати випробувань ручного диспергувального пожежного ствола, розробленого на основі застосування енергії гідравлічних пульсацій.

Як уже відзначалось [1], перспективним способом одержання дальнобійного диспергованого водяного струменя з діаметром крапель 100-400 мкм є гідравлічне диспергування з ви-