

УДК 614.845

doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2020.62.37.003

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ОГНЕТУШАЩЕГО ПОРОШКА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ГАЗОВОГО ПОТОКА

*Константинова А.С.; Кожевин Д.Ф., к.т.н., доцент; Поляков А.С., д.т.н., профессор;
Мельник А.А., к.т.н., доцент*

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация:

В статье описано устройство и порядок работы с установкой, позволяющей получить сведения о распределении огнетушащего порошка в контрольных точках поперечного сечения нестационарного газового потока. Такие сведения могут быть использованы для повышения эффективности тушения очага пожара с помощью порошковых огнетушителей путем регулирования распределения фракций в газопорошковом потоке.

Ключевые слова: огнетушащий порошок, порошковый огнетушитель, газопорошковый поток, фракционный состав, распределение фракций

INSTALLATION FOR DETERMINING THE DISTRIBUTION OF FIRE-EXTINGUISHING POWDER PARTICLES IN THE CROSS-SECTION OF AN UNSTEADY GAS STREAM

*Konstantinova A.S.; Kozhevin D.F., Ph.D. of Engineering Sciences, Docent;
Polyakov A.S., Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Sciences) in Engineering Sciences, Full
Professor; Melnik A.A., Ph.D. of Engineering Sciences, Docent*

Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia

Abstract:

The article describes the device and the procedure for working with the installation, which allows you to obtain information about the distribution of fire extinguishing powder at the control points of the cross-section of an unsteady gas stream. Such information can be used to increase the efficiency of extinguishing a fire source using powder fire extinguishers by regulating the distribution of fractions in the gas-powder stream.

Key words: fire extinguishing powder, powder fire extinguisher, gas-powder flow, fractional composition, distribution of fractions

Опубликован ряд отечественных и зарубежных работ, авторы которых исследовали влияние фракционного состава порошка на огнетушащий эффект [1-8]. Известно, что огнетушащая способность порошкового состава коррелирует с его удельной поверхностью. Чем больше в составе порошка мелких фракций, тем выше огнетушащий эффект. При этом длина струи огнетушащего порошкового состава (ОПС) находится в обратной зависимости от удельной поверхности – дальность подачи порошка обеспечивают крупные фракции.

Таким образом, возникает задача подбора оптимального дисперсного состава и регулирования распределения фракций порошка разного размера при движении их в газопорошковом потоке для достижения максимального огнетушащего эффекта. Однако результаты опубликованных работ не содержат

сведений о распределении разных фракций порошка в поперечном сечении газопорошкового потока при его движении к очагу пожара. Более того, при анализе опубликованных трудов, включая патенты [9-11], нами не выявлено приспособлений, позволяющих получить такую информацию.

С целью устранения отмеченных выше недостатков разработана установка (рис. 1), позволяющая получить сведения о распределении огнетушащего порошка в контрольных точках поперечного сечения нестационарного газового потока, получение которых с помощью известных ранее устройств не представлялось возможным. Контрольными точками считают точки расположения входов сборников порошка на плоскости координатного стола (рис. 1, поз. 1 и 3).

На способ определения распределения массы частиц огнетушащего вещества, реализуемый с помощью установки, получен патент на изобретение [12].

С помощью разработанной установки информацию о распределении огнетушащего порошка в нестационарном газопорошkovом потоке получают путём отбора проб огнетушащего вещества непосредственно из исследуемых поперечных сечений такого потока и последующего ситового анализа этих проб.

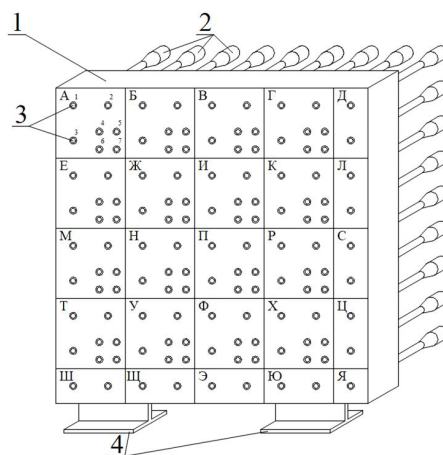


Рис. 1. Установка для исследования распределения огнетушащего порошка в поперечном сечении нестационарного газопорошкового потока: 1 – координатный стол; 2 – сборники порошка; 3 – сквозные отверстия для закрепления сборников; 4 – опоры координатного стола

Установка включает в себя координатный стол, оснащенный сборниками для отбора проб порошка. Сборники порошка представляют собой обечайки цилиндрической формы. Их закрепляют в сквозных отверстиях координатного стола таким образом, чтобы вход (открытая торцевая поверхность) был направлен навстречу газопорошковому потоку. Противоположные торцевые поверхности обечаек выполнены из воздухопроницаемого материала и задерживают частицы порошка, не препятствуя свободному сквозному прохождению газового потока.

Лицевая поверхность координатного стола разделена на ячейки прямоугольной формы, каждая из которых содержит от одного до семи сборников порошка, расположенных согласно схеме (рис. 2).

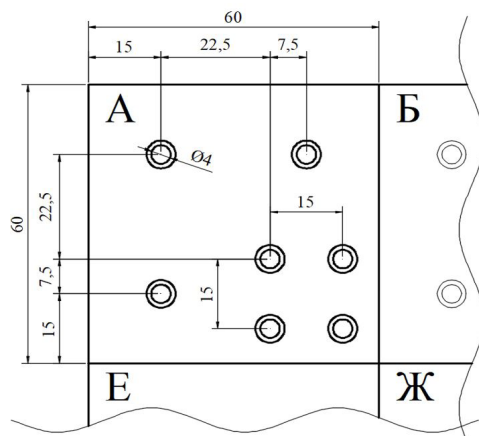


Рис. 2. Схема расположения сборников в ячейках координатного стола

Для нумерации ячеек использованы буквы русского алфавита от А до Я, исключая буквы, имеющие сходное написание с цифрами. Сборники в пределах одной ячейки пронумерованы арабскими цифрами от 1 до n , где n – количество сборников в ячейке, принимает значения 7, 2 или 1 (рис. 1).

Для подачи огнетушащего порошка используют модель огнетушителя, оснащенную ёмкостью для навески ОТВ, насадком круглой или щелевой формы для регулирования распределения частиц в газопорошковом потоке, штативом для обеспечения возможности регулировки модели по высоте и компрессором для создания необходимого давления подачи (рис. 3).

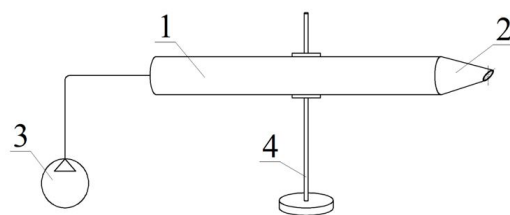


Рис. 3. Схема установки для подачи ОТВ к координатному столу: 1 – ёмкость для ОТВ; 2 – насадок; 3 – компрессор; 4 – штатив

На рис. 4 представлены варианты формы насадка, использованные в эксперименте.

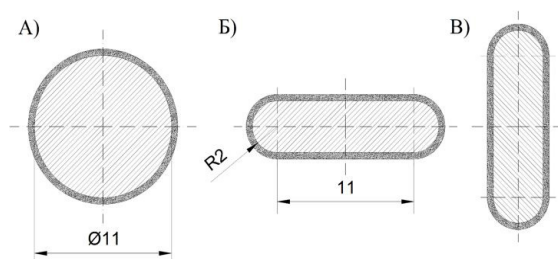


Рис. 4. Форма и геометрические размеры насадков: а) круглый; б) горизонтальная щель; в) вертикальная щель – геометрические размеры соответствуют горизонтальной щели

При первичной корректировке взаиморасположения координатного стола и среза модели огнетушителя путём пробных подач порошка целесообразно использовать средства видеоконтроля для точного определения границ поперечного сечения газопорошкового потока.

Подготовку оборудования для определения распределения огнетушащего порошка в поперечном сечении нестационарного газового потока осуществляют в следующем порядке:

- координатный стол устанавливают на заданном условиях эксперимента расстоянии от среза модели огнетушителя, ориентируя поверхность стола перпендикулярно направлению движения газопорошкового потока;

- в ёмкость модели огнетушителя засыпают испытуемый порошок заданной массы;
- с помощью компрессора создают заданное давление и осуществляют подачу навески порошка в координатный стол. С помощью средств видеоконтроля фиксируют граничные линии проекции поперечного сечения газопорошкового потока на поверхность стола;
- с помощью штатива осуществляют корректировку взаиморасположения координатного стола и модели огнетушителя. Для этого пробные подачи повторяют до тех пор, пока в точке пересечения оси газопорошкового потока с поверхностью координатного стола не окажется сборник под номером П-1 (рис. 1);
- сборники порошка закрепляют в отверстиях координатного стола входами навстречу направлению движения газопорошкового потока;
- осуществляют подачу навески испытуемого порошка под заданным давлением;
- отсоединяют каждый сборник от координатного стола и проводят ситовой анализ уловленной пробы;
- зная массовое содержание различных фракций в каждом сборнике и координаты его расположения на поверхности стола, строят поля распределения массы каждой фракции и совокупной массы порошка в исследуемом поперечном сечении нестационарного газопорошкового потока (рис. 5);
- для получения наиболее полной информации о формировании газопорошкового потока эксперимент повторяют в аналогичном порядке, изменяя расстояние между поверхностью координатного стола и срезом модели огнетушителя с заданным условиями эксперимента шагом.

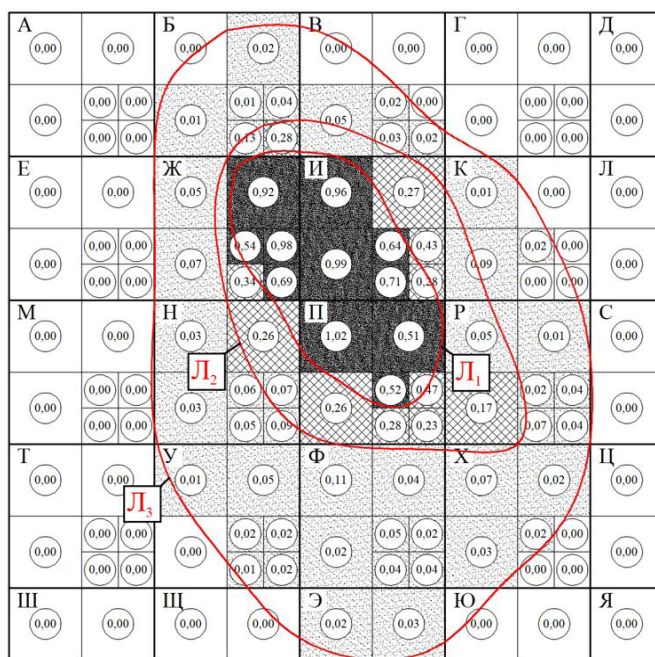


Рис. 5. Распределение общей массы порошка в контрольных точках поперечного сечения газопорошкового потока (на примере: масса навески $m = 150$ г; расстояние от модели огнетушителя $L = 50$ см, давление $P = 0,7$ МПа). Числами обозначена масса пробы, задержанной каждым сборником. Красными линиями ограничены поля сечения, в пределах которых расположены сборники с задержанной массой проб:

L_1 – более 0,50 г; L_2 – 0,16...0,50 г; L_3 – 0,01...0,15 г.

С помощью установки экспериментально определено нерегулируемое распределение фракций огнетушащего порошка в поперечных сечениях нестационарного газопорошкового потока, построены математические модели закономерностей такого распределения [13-15]. Полученные сведения могут быть применены для повышения эффективности тушения очага пожара с помощью порошковых огнетушителей путем регулирования распределения фракций в газопорошковом потоке.

Литература

1. Сабинин О.Ю. Оптимальные характеристики огнетушащих порошков и параметры их подачи для импульсных модулей порошкового пожаротушения: дис. ... канд. техн. наук. М., 2008.
2. Huang D., Wang X., Yang J. Influence of Particle Size and Heating Rate on Decomposition of BC Dry Chemical Fire Extinguishing Powders // *Particulate Science and Technology*. 2015. Vol. 33, issue 5. P. 488–493.
3. Lee E., Choi Y. Effects of Particle Size of Dry Water on Fire Extinguishing Performance // *Journal of the Korean Society of Safety*. 2019. Vol. 34, issue 3. P. 28–35.
4. Liu H., Zong R., Lo S., Hu Y., Zhi Y. Fire Extinguishing Efficiency of Magnesium Hydroxide Powders under Different Particle Size // *Procedia Engineering*. 2018. Vol. 211. P. 447–455.
5. Yan Y., Han Z., Zhao L., Du Z., Cong X. Study on the relationship between the particle size distribution and the effectiveness of the K-powder fire extinguishing agent // *Fire and Materials*. 2018. Vol. 42, issue 3. P. 336–344.
6. Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С. Гранулометрические характеристики огнетушащих порошков // *Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)*. 2014. № 1 (9). С. 48–52.
7. Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С. Способ и результаты оценки распределения частиц огнетушащих порошков в потоке аэрозоля // *Проблемы управления рисками в техносфере*. 2014. № 3 (31). С. 60–67.
8. Лапшин Д.Н., Смирнов С.А., Кунин А.В. Исследование теплового эффекта разложения огнетушащих порошковых композиций // *Матер. XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии*. Волгоград, 25–30 сент. 2011 г.
9. Способ исследования гранулометрического состава взвесей: пат. RU 2386949 С1 Рос. Федерация: Свиридов Д.П., Семёнов И.А., Бадеников А.В., Ульянов Б.А.; заявл. 15.10.08, опубл. 20.04.10, Бюл. № 11.
10. Способ определения распределения массы частиц огнетушащего вещества в нестационарном газовом потоке: пат. RU 2516390 С1 Рос. Федерация: Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С.; заявл. 30.11.12, опубл. 20.05.14, Бюл. № 14.
11. Способ определения распределения взвешенных частиц по массе: пат. RU 2652654 С1 Рос. Федерация: Кочковская Н.В., Асцатуров Ю.Г., Ханжонков Ю.Б., Семёнов В.В.; заявл. 14.06.17, опубл. 28.04.18, Бюл. № 13.
12. Способ определения распределения массы частиц огнетушащего вещества в нестационарном газовом потоке: пат. RU 2705914 С1 Рос. Федерация: Кожевин Д.Ф., Константинова А.С., Поляков А.С.; заявл. 28.01.19, опубл. 12.11.19, Бюл. № 32.
13. Polyakov A.S., Kozhevin D.F., Konstantinova A.S. Regularities of dry chemical powder particles mass distribution in cross sections of a non-stationary gas stream // *Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” – Reports in English. Part 2. (May 16-17, 2019. Beijing, PRC)*.
14. Константинова А.С., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С. Распределение массы частиц огнетушащего порошка в условиях нестационарного газового потока // *Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Современные методы и технологии предупреждения и профилактики возникновения чрезвычайных ситуаций» - Санкт-Петербург, 27 сентября 2019 г. – СПб.: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – Стр. 369-373.*
15. Поляков А.С., Кожевин Д.Ф., Константинова А.С. Распределение фракций огнетушащего порошка в моделируемом нестационарном газовом потоке // *Пожаровзрывобезопасность – Том 28, №6. – 2019. – Стр. 80-88.*