

*А.Н. Литвяк, к.т.н., доцент, НУГЗУ,
А.А. Деревянко, к.т.н., доцент, НУГЗУ*

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРУЗКИ НА ДИНАМИКУ МОДУЛЯ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

(представлено д.т.н. Абрамовым Ю.А.)

Представлены результаты численного исследования динамики модуля порошкового пожаротушения при различных коэффициентах загрузки.

Ключевые слова: огнетушащий порошок, модуль порошкового пожаротушения, коэффициент загрузки, автоматическая система порошкового пожаротушения.

Постановка проблемы. Модули порошкового пожаротушения (МПП) нашли широкое применение в автоматических системах пожаротушения (АСПТ). Время выпуска заряда МПП регламентируется нормативными документами. При этом ставится задача достижения огнетушащей концентрации в помещении за заданное время. В тоже время динамике выпуска заряда в процессе работы МПП не уделялось достаточно внимания. На динамику работающего МПП большее влияние оказывает коэффициент загрузки. В процессе эксплуатации МПП коэффициент загрузки может изменяться в широких пределах вследствие значительных перепадов температуры, а также в случае нарушения регламента по их обслуживанию. В результате изменения динамики работающего МПП время выпуска заряда может стать больше регламентированного. Таким образом, исследование влияния коэффициента загрузки на время истечения порошково-газовой смеси через насадок МПП является актуальной проблемой.

Анализ последних исследований и публикаций. Течение двухфазных сред достаточно хорошо изучено. В [1] представлена модифицированная методика расчета газозвесей методом крупных частиц. В [2] рассматривается турбулентное течение смеси газа и твердых частиц применительно к камерам сгорания ракетных твердотопливных двигателей. Течение двухфазной газо-жидкостной смеси рассматривается в [3]. Истечение порошково-газовой смеси из модуля порошкового пожаротушения через насадок в [3] не рассматривался. В [4] представлена математическая модель истечения порошково-газовой смеси через насадок, однако результатов расчетных исследований не представлено.

Постановка задачи и ее решение. При разработке вновь создаваемых модулей порошкового пожаротушения, а также обоснованного выбора и применения уже созданных модулей необходимо располагать

данными о влиянии различных факторов на динамику работающего МПП. Задачей данной работы является численное исследование динамики истечения газовой-порошковой смеси из МПП при различных коэффициентах загрузки K_m .

$$K_m = V_M \cdot V_{\Pi}^{-1}, \quad (1)$$

где: V_M – объем модуля порошкового пожаротушения, m^3 ; V_{Π} – объем огнетушащего порошка (ОП) в модуле, m^3 .

Для решения данной задачи использована математическая модель, разработанная в [5].

В качестве объекта был выбран МПП «Бранд 5» с объемом 5л. В качестве пропелента (закачиваемого газ) принимался воздух с избыточным давлением 17 атм., и температурой $15^{\circ}C$. Диаметр выпускного насадка – 6мм. В ходе исследований было рассмотрено влияние объема закачиваемого порошка типа «Пирант» на динамику работающего модуля. При выполнении расчетов объем закачанного порошка принимался равным: $V_{\Pi}=0;1;2;3;4$ л. Соответственно, значения коэффициента загрузки: $K_m=0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$. Метод исследования – численный, по разработанной модели [5] с использованием прикладной программы MathCad.

Результаты расчетов представлены на рис. 1–4.

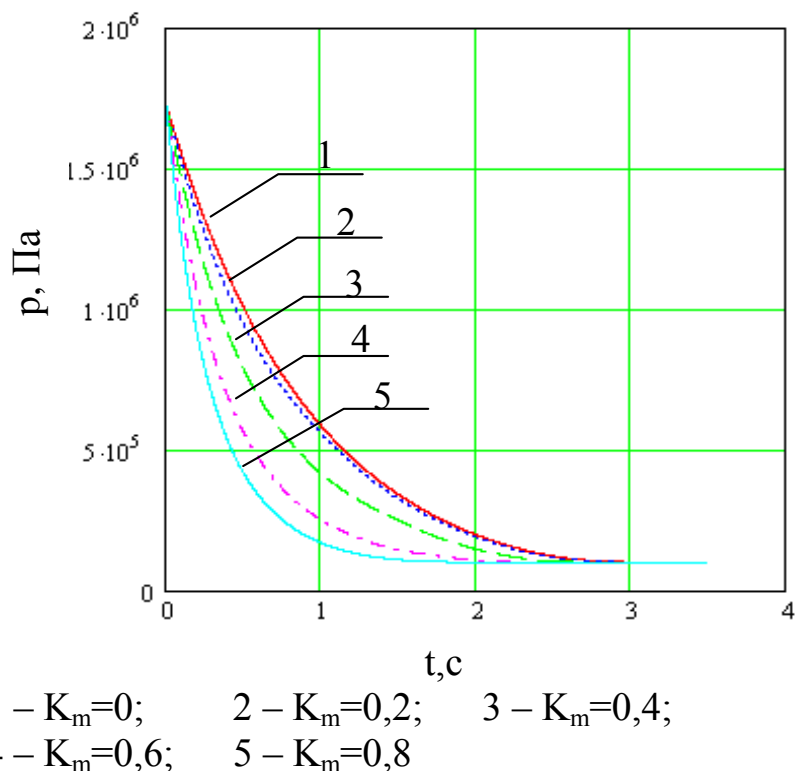
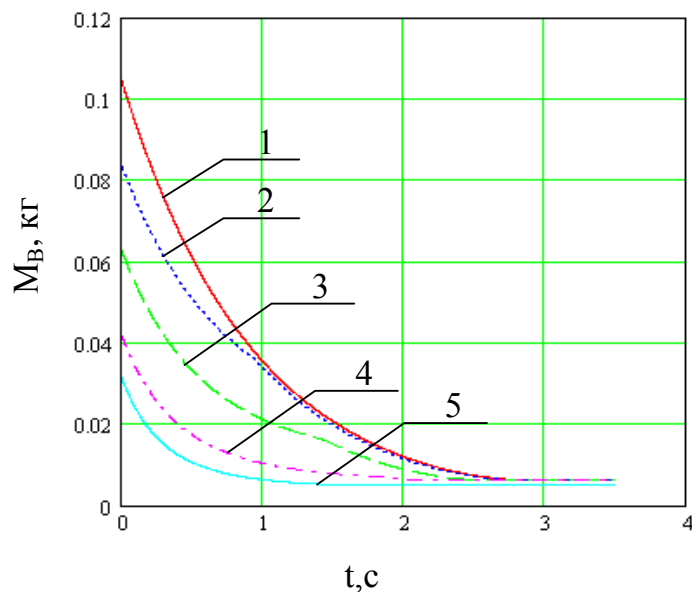


Рис. 1. Изменение давления в МПП

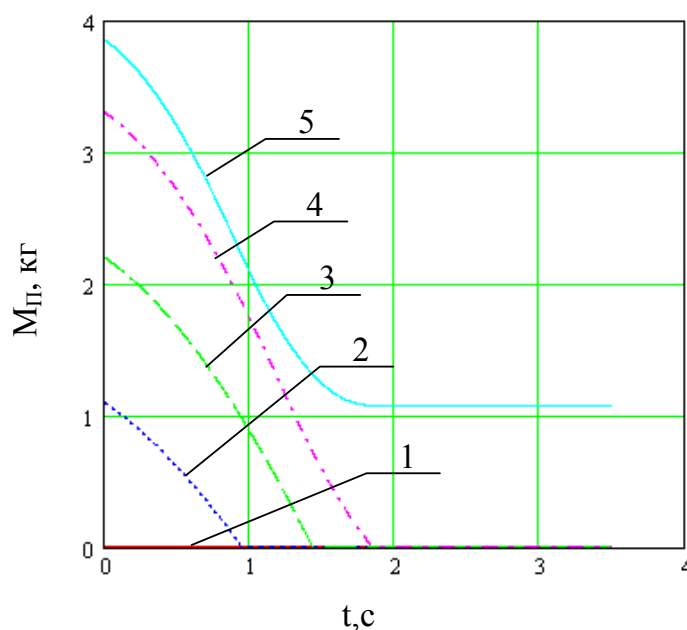
Как показывает анализ полученных результатов, коэффициент загрузки оказывает существенное влияние на динамику истечения порошково-газовой смеси из МПП. На рис.1 показано изменение давления газа в МПП.



1 – $K_m=0$; 2 – $K_m=0,2$; 3 – $K_m=0,4$;
4 – $K_m=0,6$; 5 – $K_m=0,8$

Рис. 2. Изменение массы газа M_B в МПП

Чем больше коэффициент загрузки, тем быстрее уменьшается давление внутри модуля, что объясняется уменьшением массы закаченного газа при одинаковом давлении и разных коэффициентах загрузки (рис. 2).



1 – $K_m=0$; 2 – $K_m=0,2$; 3 – $K_m=0,4$;
4 – $K_m=0,6$; 5 – $K_m=0,8$

Рис. 3. Изменение массы порошка M_p в МПП

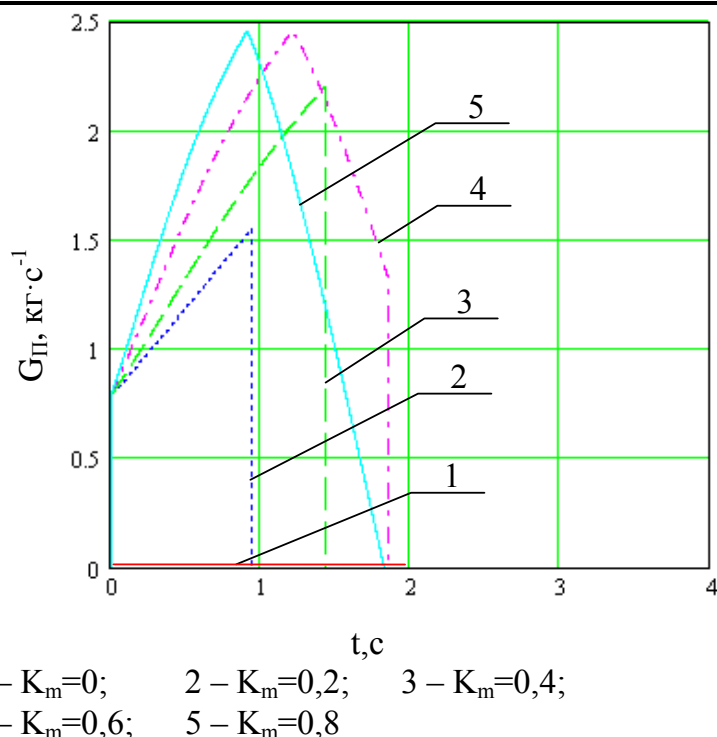


Рис. 4. Изменение массового расхода порошка G_p в МПП

При коэффициенте загрузки $K_m=0,8$ массы закачанного газа оказывается не достаточно для полного вытеснения ОП из МПП (рис. 3). На рис.4 показано изменение массового расхода ОП. На начальном этапе работы МПП, массовый расход ОП увеличивается. Это увеличение наблюдается вплоть до перехода на дозвуковые режимы течения в выпускном насадке МПП.

Выводы.

1. Коэффициент загрузки МПП оказывает значительное влияние на время уменьшения избыточного давления в модуле.

2. Максимальный массовый расход порошка соответствует моменту перехода от сверхкритического течения газа через насадок к докритическому.

3. При принятых условиях оптимальное заполнение модуля порошком определяется не его массой, а насыпным объемом и составляет примерно $2/3$ объема модуля.

4. Полученные данные хорошо коррелируются с известными данными по испытаниям порошковых систем пожаротушения (АСПТ) с распределительной сетью.

5. Выявленные особенности течения порошково-газовой смеси показывают, что для оптимизации работы МПП необходимо дополнительно исследовать совместное влияние коэффициента загрузки и диаметра выпускного насадка.

Разработанная в [5] математическая модель МПП может быть использована для исследования динамики существующих и вновь разрабатываемых модулей порошкового пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев Ю.М. Метод крупных частиц для исследования течений газозвесей. / Ю.М. Ковалев, Е.А. Ковалева // Челябинск: – Вестник ЮУрГУ. – 2015. – Т.15, №2. С91-96.
2. Волков К.В. Нестационарное течение газозвеси в канале при наличии вдува в условиях вынужденных колебаний давления. / Волков К.В. – Прикладная механика и техническая физика. – 2013. – Т.54, №2. С.65-69.
3. Agrawal N. Flow Characteristics of Capillary nude witch CO₂ Trans critical Refrigerant Using New Viscosity Models for Homogeneous Two-Phase Flow.
4. Дерев'янку А.А. Расчет расхода порошково-газовой смеси через выпускной насадок порошковой автоматической системы пожаротушения. / А.А. Дерев'янку, А.Н. Литвяк // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2017. – Вып. 42. – С. 32-36. Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol42/derevyanko.pdf>.

Получено редколлегией 12.03.2018

О.А. Дерев'янку, О.М. Литвяк

Дослідження впливу коефіцієнта завантаження на динаміку модуля порошкового пожежогасіння

Представлені результати чисельного дослідження динаміки модуля порошкового пожежогасіння при різних коефіцієнтах завантаження.

Ключові слова: вогнегасний порошок, модуль порошкового пожежогасіння, коефіцієнт завантаження, автоматична система порошкового пожежогасіння.

O. Derev'yanko, A. Litvyak

Investigation of the influence of the load factor on the dynamics of the powder fire extinguishing module

The results of a numerical study of the dynamics of the powder fire extinguishing module for various load factors are presented.

Keywords: fire extinguishing powder, powder fire extinguishing module, load factor, automatic powder fire extinguishing system.