

*А.А. Тесленко, к.ф.-м.н., доцент, НУГЗУ,
 А.Ю. Бугаев, преподаватель, НУГЗУ,
 А.Н. Роянов, к.т.н., преподаватель, НУГЗУ,
 В.В. Олейник, к.т.н., доцент, нач. каф., НУГЗУ*

НАДЕЖНОСТЬ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЯ И СРЕДНИЙ МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВЕС ВОЗДУХА

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Рассмотрено влияние среднего молекулярного веса воздуха на критический диаметр огнепреградителя. Определена надежность устройства в связи с колебаниями химического состава воздуха.

Ключевые слова: огнепреградитель, критический диаметр, средний молекулярный вес воздуха.

Постановка проблемы. Химический состав воздуха, в среде которого действуют все производственные устройства, непостоянен. Влияет химический состав воздуха и на основные параметры огнепреградителя. В качестве математической модели огнепреградителя в представленной работе взята расчетная схема Я.Б. Зельдовича, общепринятая в отечественной практике [1]. В этой схеме влияние химического состава воздуха на параметры огнепреградителя происходит посредством среднего молекулярного веса воздуха. Из уравнения Менделеева – Клапейрона следует, что средний молекулярный вес воздуха зависит от плотности воздуха, температуры и давления. Если плотность воздуха ρ при нормальных условиях - температура $t = 0^{\circ}\text{C}$ (273 К) и атмосферное давление $P = 101\,325\text{ Па}$ равна $1,29\text{ кг/м}^3$, то

$$M = \rho \frac{RT}{P} = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273^{\circ}\text{К}}{101325 \text{ Па}} = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad (1)$$

Средний молекулярный вес воздуха через его составляющие можно выразить так

$$M = \frac{1}{\sum_i \frac{q_i}{M_i}}, \quad (2)$$

где q_i – массовые доли i -го вещества, M_i – молекулярная масса i -го вещества. Через объемные доли средний молекулярный вес выражается

$$M = \sum_i \varphi_i M_i, \quad (3)$$

где φ_i – объемные доли i -го газа.

Принято, что средний молекулярный вес равен 28,98 г/моль. Есть медицинские данные о суточном, сезонном и пространственном колебании количества кислорода в воздухе [2]. Уже они показывают, что плотность воздуха, может меняться на десять процентов. Воздух всегда содержит пары воды. Так, при температуре 0°C 1 м³ воздуха может вмещать максимально 5 граммов воды, а при температуре +10°C – уже 10 граммов. Состав воздуха может меняться: в крупных городах содержание углекислого газа будет выше, чем в лесах; в горах пониженное содержание кислорода, вследствие того, что кислород тяжелее азота, и поэтому его плотность с высотой уменьшается быстрее. В различных частях земли состав воздуха может варьироваться в пределах 1-3 % для каждого газа. Огнепреградители могут устанавливаться в местах с повышенной загазованностью, или загазованность вероятна во время предшествующее аварии. Либо загазованность может быть в месте забора воздуха в производственное оборудование, в котором установлены огнепреградители. Молекулярная масса в таких случаях может изменяться в широких пределах. Исследуем влияние среднего молекулярного веса на работу огнепреградителя.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования зависимости параметров огнепреградителя от химического состава воздуха (среднего молекулярного веса воздуха) авторам неизвестны.

Постановка задачи и ее решение. Рассмотрим, как будет меняться критический диаметр канала с изменением в среднем молекулярном весе воздуха. Первое, определим общую тенденцию зависимости критического диаметра каналов огнепреградителя от среднего молекулярного веса воздуха (рис. 1.).



Рис. 1. Зависимость критического диаметра каналов огнепреградителя от среднего молекулярного веса воздуха

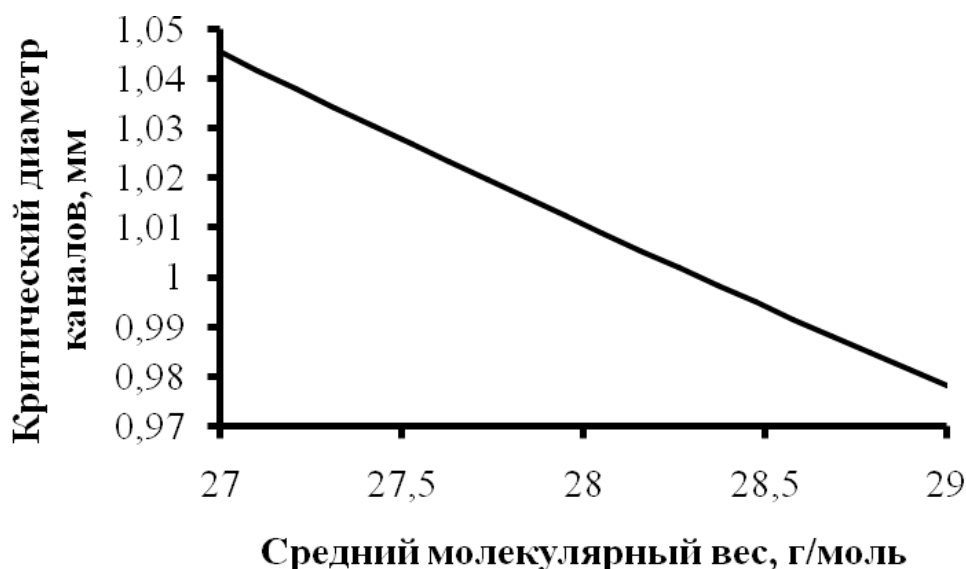


Рис. 2. Зависимость критического диаметра каналов огнепреградителя от среднего молекулярного веса воздуха вблизи среднего значения

В такое время, вероятно, нарушено нормальное функционирование оборудования. Вероятна загазованность, т.е. изменение состава воздуха, как следствие, его среднего молекулярного веса. В этих условиях можно сделать лишь допущения о погрешностях. В качестве допущения предположим, что вероятность отклонения среднего молекулярного веса от значения 28,98 г/моль подчиняется нормальному закону со среднеквадратическим отклонением равным 10% его средней величины, т.е. 2,898 г/моль. В этом случае дисперсия в критическом диаметре каналов равняется $0,00293 \text{ мм}^2$. Последняя, пятая цифра после запятой приобретает стабильное значение равное 3 при объеме статистики более 2650. Значение 2650 является граничным (если изменять статистику через 50) после которого значение 3 не изменяется с дальнейшим ходом увеличения объема статистики. Среднеквадратическое отклонение равно 0,05416 мм. Этому среднеквадратическому отклонению соответствует доверительный интервал 95,4% - [0,701012; 0,917663], в предположении, что закон распределения нормальный. Рассмотрим, как будет меняться критический диаметр каналов с 99,7% верхним и нижним интервалом и среднеквадратическим отклонением по среднему молекулярному весу воздуха с изменением различных параметров огнепреградителя. Конкретно, для каждого постоянного значения параметра, зависимость от которого исследуется (например, критического значения критерия Пекле), найдем среднее, дисперсию и доверительные интервалы на Гауссовской статистике объемом 400, где случайной величиной является только средний молекулярный вес воздуха (среднее 28,98 г/моль, дисперсия 2,898). Построим зависимости полученных значений от исследуемой величины (критического значения критерия Пекле). Критический диаметр каналов убывает линейно с уменьшением критического значения критерия Пекле (рис. 3).



Рис. 3. Зависимость диаметра каналов от значений критерия Пекле

Тенденции в изменении верхнего и нижнего доверительных интервалов с изменением критического значения критерия Пекле представлены на рис. 4.

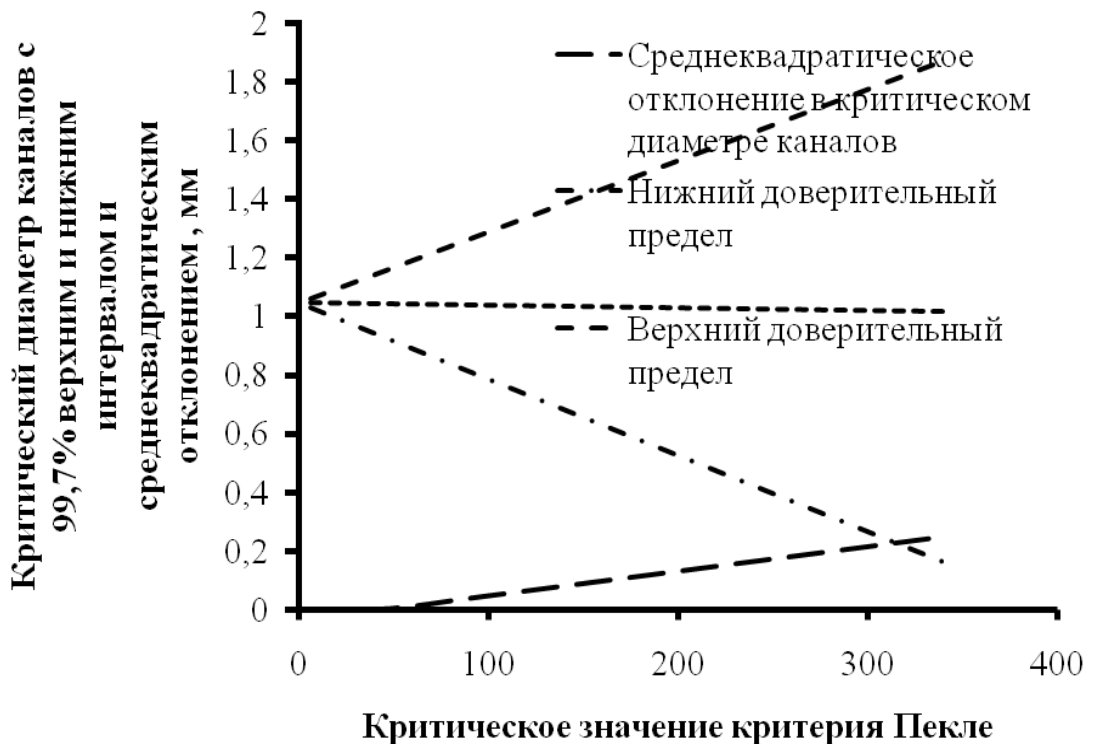


Рис. 4. Зависимость определения критического диаметра каналов от критического значения критерия Пекле

Выводы. Таким образом, показано, что критический диаметр изменяется с изменением среднего молекулярного веса воздуха. Неопределенность в молекулярном весе приводит к ошибке в критическом диаметре. В предположении нормального закона в распределении критического диаметра в указанных условиях, доверительные интервалы для критического диаметра указаны в таблице и графике выше. Возможные отклонения в среднем молекулярном весе от предполагаемого в алгоритме приводят к указанной выше дисперсии в критическом диаметре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М.В. Пожарная профилактика технологических процессов производств/ М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров – Москва: // Высшая инженерно-техническая школа МВД СССР. – 1986. – С. 111-119.
2. Чандлер Т. Воздух вокруг нас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974, – 144 с.

О.О. Тесленко, А.Ю. Бугайов, О.М. Роянов, В.В. Олійник

Надійність вогнеперешкоджувача та середня молекулярна вага повітря

Розглянуто вплив середньої молекулярної ваги повітря на критичний діаметр вогнеперешкоджувача. Визначена надійність пристрою у зв'язку з коливаннями хімічного складу повітря.

Ключові слова: вогнеперешкоджувач, критичний діаметр, середня молекулярна вага повітря.

A.A. Teslenko, A.U. Bugaev, O.M. Royanov, V.V. Oliynik

Reliability of flame arrester and molecular middle-weight of air

Influence of molecular middle-weight of air is considered on the critical diameter of flame arrester. Reliability of device in connection with the vibrations of chemical composition of air is certain.

Keywords: flame arrester, critical diameter, molecular middle-weight of air.