

С.Ю. Журавлев, Т.А. Буцынская

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА АСПИРАЦИОННЫМ ДЫМОВЫМ ПОЖАРНЫМ ИЗВЕЩАТЕЛЕМ

Для практического использования аспирационных дымовых пожарных извещателей (АДПИ) необходим учет аэродинамических характеристик процесса забора проб воздуха, протекающих в линейной части извещателя при его работе. Однако, учитывая многообразие вариантов конструктивного исполнения линейной части, целесообразно ее математическое моделирование, позволяющее оптимизировать выбор диаметров отверстий и мест их размещения в заборной трубке.

Основой для разработки математической модели может служить метод электромеханических аналогий, позволяющий моделировать механические системы электрическими и использовать для расчетов хорошо разработанный аппарат теории электрических цепей [2]. Основные электромеханические аналоги для моделирования АДПИ в статическом режиме работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Электрическая величина	Механическая величина
Напряжение U	Сила F
Ток i	Скорость v
Количество электричества q	Смещение (отклонение) x
$U_R = i R$	$F_r = r_M v$
Активное сопротивление R	Коэффициент потерь r_M

Обобщенная эквивалентная электрическая схема заборного устройства в виде трубки с отверстиями в статическом режиме работы представлена на рис. 1.

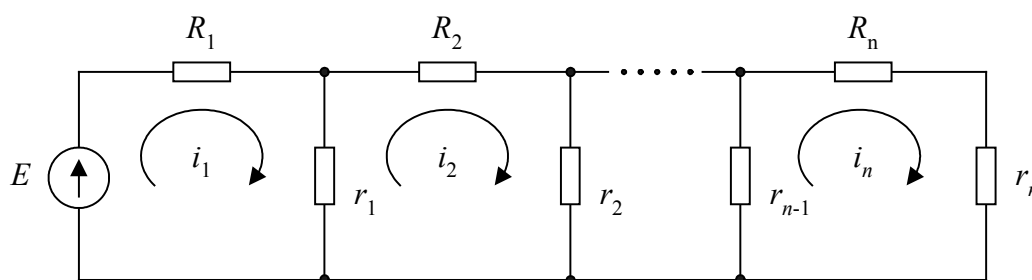


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема заборного устройства АДПИ

Сопротивление R моделирует аэродинамическое сопротивление участка заборной трубки, r - аэродинамическое сопротивление отверстия в заборной трубке, i - ток соответствующего участка, E - электродвижущая сила, соответствующая силе разряжения, создаваемой аспиратором, n - количество участков.

Для расчета токов в ветвях воспользуемся известным методом "контурных токов" [2]:

[illegible]

Скорость движения анализируемого воздуха через отверстия в заборной трубке (v) соответствует току в соответствующем резисторе r и определяется в результате решения следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} i_{r1} = i_1 - i_2, \\ i_{r2} = i_2 - i_3, \\ \dots\dots\dots \\ i_{rn} = i_n. \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, количество воздуха, проходящего через отверстие в заборной трубке в единицу времени (расход) будет определяться произведением скорости воздуха на диаметр трубки, а доля воздуха N_k , проходящего через отверстие, относительно общего количества забранного воздуха, будет равна отношению общего тока i_1 к току в соответствующей ветви k :

$$N_k = i_1 / i_{rk} \quad (3)$$

Рассмотрим практически важный частный случай решения уравнений (1) – (3) для:

$$n = 10, \\ r_1 = r_2 = \dots = r_n = R_l = R_n = \dots = R_n.$$

Это значит, что 10 отверстий одного диаметра равномерно распределены по длине заборной трубки, причем аэродинамическое сопротивление каждого отверстия и каждого участка трубки равны.

График зависимости значений относительной доли воздуха, поступающего в рабочую камеру АДПИ N_k , от номера отверстия (начиная от ближнего к рабочей камере) для данных условий представлен на рис. 2.

Из графика видно, что наблюдается значительная неоднородность в распределении забираемого воздуха от положения отверстия. При $r \gg R$ практически весь воздух забирается только из первого отверстия, при $r \ll R$ общее количество забираемого воздуха равномерно распределено по всем отверстиям.

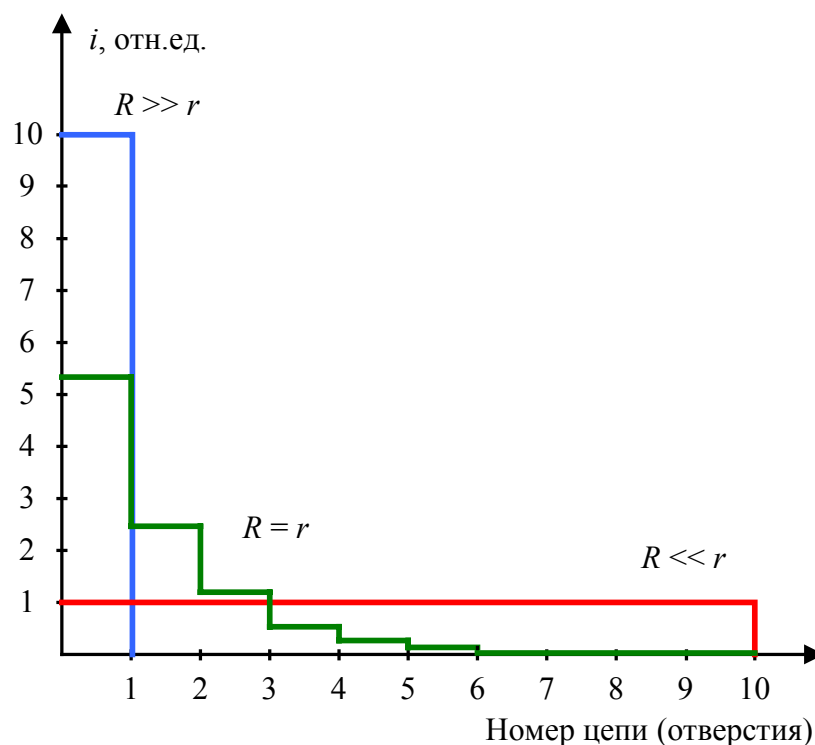


Рис. 2. Зависимость значений относительной доли воздуха, поступающего в рабочую камеру АДПИ, от номера отверстия

Данное решение хорошо соответствует результатам экспериментального исследования опытного образца АДПИ на основе извещателя радиоизотопного дымового ИП-212-2 в установке "Дымовой канал" [3]. Полученные опытным путем зависимости также указывают на существенное влияние расположения отверстий и их диаметра на чувствительность АДПИ.

Таким образом, предложенный метод математического моделирования процесса обнаружения пожара АДПИ позволяет определить количественные значения параметров линейной части аспирационного извещателя при заданных значениях исходных данных. Процесс расчета может быть автоматизирован и использоваться на практике.

Литература

1. Акустика: Справочник/ А.П.Ефимов и др. М.: Радио и связь, 1983, - 336 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1964. – 752 с.
3. Результаты экспериментов по определению характеристик опытного образца проточного пожарного извещателя радиоизотопного дымового специального назначения ИП-212-2 в установке "Дымовой канал". Утв. директором ФГУП "ИДТФ" Минатома России В.П. Плотниковым от 25.06.2001.