

## УДК 621.3

*А.Н. Литвяк канд. техн. наук, доцент, НУГЗУ,  
В.А. Дуреев, канд. техн. наук, ст. преподаватель НУГЗУ*

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ТРУБАХ С ПОТЕРЯМИ

(представлено д-ром техн. наук Алексеевым О.П.)

Исследовано влияние скорости течения газа в трубопроводах установок газового пожаротушения на диаметр трубопроводов распределительной сети.

**Ключевые слова:** газовая динамика, газодинамические функции, распределительная сеть, газовый огнетушащий состав, установки газового пожаротушения.

**Постановка проблемы.** При проведении гидравлических расчетов автоматических установок газового пожаротушения (АУГП), параметры газовых распределительных сетей (РС) выбирают согласно рекомендаций нормативных документов [1]. Однако приводимые рекомендации не раскрывают физический смысл и характер течения газа в магистральных. Это не только затрудняет выполнение расчетов, но и может привести к неправильному выбору диаметров газовых магистралей РС. Для повышения точности выполняемых гидравлических расчетов необходимо составить физическую модель течения газа в трубопроводах.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Течение газа при срабатывании АУГП можно условно разбить на два этапа: течение в газовых магистральных (трубах) и истечение газа из выпускных насадков. Выпуск газа из распылителей соответствует истечению газа в коротких соплах. В учебниках по термодинамике вопросы течения газа в коротких соплах рассмотрены достаточно хорошо [2]. А при расчетах течения газа в трубах, как правило, пренебрегают явлением сжимаемости газа [2,3], что сокращает диапазон рассматриваемых скоростей течения газа числом Маха  $M=0,2...0,3$  и приводит к неоправданно завышенному выбору площади проходного сечения. Повышение скорости течения газа выше чисел  $M=0,5$  требует учета явлений сжимаемости.

**Постановка задачи и ее решение.** Минимальному диаметру трубопроводов будет соответствовать оптимальная скорость течения газа в трубах. Расчеты течения газа, в этом случае, выполняются с учетом явлений сжимаемости газа. Используем в расчетах приведенную скорость течения газа  $\lambda$  [2]:

$$\lambda = \frac{c}{c_{кр}},$$

где  $c$  – абсолютная скорость течения газа;  $c_{кр} = \sqrt{\frac{2k}{k+1} RT^*}$  – критическая скорость течения газа;  $k$  – показатель адиабаты;  $R$  – газовая постоянная;  $T^*$  – полная температура.

Суммарные потери потока сжимаемого газа можно учесть как потери полного давления:

$$\delta = \frac{p^*}{p_{ид}^*} = \frac{\pi\left(\frac{\lambda}{\psi}; k\right)}{\pi(\lambda; k)},$$

где  $p^*$  – полное давление газа;  $p_{ид}^*$  – полное давление идеального газа (без учета потерь);  $\pi(\lambda; k) = \left(1 - \frac{k-1}{k+1} \lambda^2\right)^{\frac{k}{k-1}}$  – газодинамическая функция;  $\psi = \frac{c}{c_{ид}}$  – коэффициент скорости;  $c_{ид}$  – идеальная (без потерь) скорость течения газа.

Будем полагать, что коэффициент скорости  $\psi$  для заданного участка трубопровода зависит только от конструктивных особенностей трубопровода и не зависит от режима течения [3].

Расход газа в сечении трубы можно определить по формуле Христиановича [2]:

$$G = m \cdot \frac{\delta \cdot p^*}{\sqrt{T^*}} \cdot F \cdot q(\lambda),$$

где  $q(\lambda)$  – приведенный расход газа:

$$q(\lambda, k) = \lambda \left( \frac{k+1}{2} \cdot \tau(\lambda, k) \right)^{\frac{1}{k-1}};$$

где  $\tau(\lambda, k) = 1 - \frac{k-1}{k+1} \cdot \lambda^2$  – газодинамическая функция.

Для известного расхода и параметров газа можно определить площадь проходного сечения трубопровода:

$$F = \frac{G \cdot \sqrt{T^*}}{m \cdot \delta \cdot p^* \cdot q(\lambda, k)}.$$

Известно, что скорость газа в цилиндрической трубе не может превышать критического значения ( $\lambda_{кр}=1$ ) [2], следовательно, изменяя значение  $\lambda$  от 0 до 1, получим требуемое значение площади (диаметра)

трубопровода во всем диапазоне скоростей, включая скорости, где проявляются явления сжимаемости (большие дозвуковые скорости).

Результаты выполненных исследований для  $\psi=0.6$ ,  $p^*=12,5$  МПа,  $T^*=288\text{K}$ ,  $G=7,27\text{кг/с}$  представлены на рис.1.

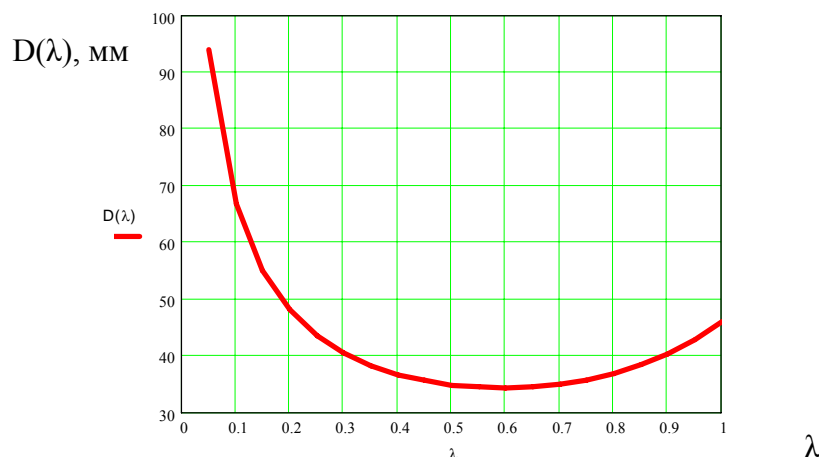


Рис. 1 – Зависимость требуемого диаметра трубопровода от приведенной скорости газового потока

**Выводы.** При течении газа в трубопроводе с трением, явления сжимаемости могут проявляться на скоростях существенно ниже критических. Видно, что график  $D(\lambda)$  имеет явно выраженный оптимум в области  $\lambda = 0,6$ . При больших скоростях течения газа увеличиваются потери полного давления, что приводит к необходимости увеличения площади проходного сечения трубопровода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5–13–98\* Пожарная автоматика зданий и сооружений/ Госстрой Украины.– Киев: 2007.– 80 с.

2. Абрамович Г.Н., Прикладная газовая динамика ч.1. М.: Наука, 1991 с.600.

3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М., 1987.

nuczu.edu.ua

Литвяк О. М., Дуреев В. О.

**Вибір оптимальної швидкості перебігу газу в трубах з втратами**

Досліджений вплив швидкості перебігу газу в трубопроводах установок газової пожежогасінні на діаметр трубопроводів розподільної мережі.

**Ключові слова:** газова динаміка, газодинамічні функції, розподільна мережа, газовий огнетушачий склад, установки газової пожежогасінні.

Litvjak A. N., Dureev V.A.

**Choice of optimum speed of flow of gas in pipes with losses**

Influence of speed of flow of gas is investigational in the pipelines of settings gas to extinguish a fire on the diameter of pipelines of distributive network.

**Keywords:** Gas dynamics, gas-dynamic functions, distributive network, gas fire to extinguish composition, settings gas to extinguish a fire.