

Годовников А.И.

Godovnikov A.I.

СКОРОСТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ НА ОСИ ПОТОКА

ГАЗОНЕФТЯНОГО ФОНТАНА

HIGH-SPEED TEMPERATURE FIELDS ON THE AXIS FLOW OF THE
GAS-OIL FOUNTAIN

Аннотация. В данной статье рассмотрен пример оценки скоростных и температурных полей на оси потока в различных условиях.

Ключевые слова: огненный шар, расчет теплового излучения, попутный нефтяной газ.

Annotation: In this paper we consider an example of the estimation of velocity and temperature fields on the flow axis under various conditions.

Keywords: fireball, calculation of thermal radiation, associated petroleum gas.

Распределение температур по оси потока на различных расстояниях от выхлопного сопла можно определить по формуле

$$\frac{ax}{R_0} = \frac{0,7}{\sqrt{\Theta}} \cdot \frac{\Delta T_0}{\Delta T_m} \sqrt{1 + 0,735(\Theta - 1) \frac{\Delta T_m}{\Delta T_0}},$$

где a — коэффициент, характеризующий профиль струи; x — расстояние от рассматриваемого сечения до полюса струи в м; R_0 — радиус выхлопного

сопла в м; Θ — безразмерный начальный по-т догрев ($\Theta = \frac{T_{окр-ср}}{T_0}$); ΔT_0 —

избыточная температура на оси струи $T_{окр-ср}$ в рассматриваемом сечении;

ΔT_m — избыточная температура на оси потока.

$$\left(\Theta = \frac{T_0}{T_{окр-ср}} \right)$$

Как видно, температура на оси потока T_t изменяется по строго определенному закону и зависит от начальной температуры струи T_0 . Если начальная температура отработавших газов $T_0 = 845^\circ \text{K}$ то с введением в струю распыленной воды начальная температура понизится. Величину ее можно определить по формуле

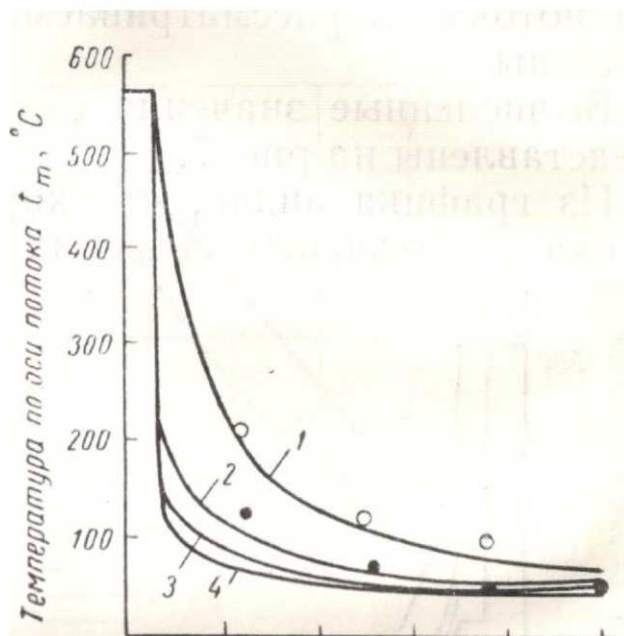
$$t_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{г}}C_{\text{г}}T_0 + G_{\text{в}}C_{\text{в}}T_{\text{в}}}{G_{\text{г}}C_{\text{г}} + G_{\text{в}}C_{\text{в}}}$$

где $G_{\text{г}}$ — расход отработавших газов в кг/сек; $G_{\text{в}}$ — расход воды, вводимой в струю, в кг/сек; $C_{\text{г}}$ — теплоемкость газа в

ккал/кг • град; $C_{\text{в}}$ — теплоемкость воды в ккал/кг • град; T_0 — начальная температура отработавших газов в °К; $T_{\text{в}}$ — начальная температура воды °К. Вычисленные по формулам значения температур по оси потока в различных сечениях струи при различном содержании воды представлены на рис. 1.

График показывает, что температура на оси потока по мере удаления от сопла резко понижается, но, начиная с расстояния 10 м, понижение температуры в значительной мере замедляется. На расстоянии 15 м температура отработавших газов достигает 90° С, а на расстоянии 20 м — 70

$$S = x - \frac{0,29}{\alpha} R_0.$$



С. Введение в струю воды резко снижает температуру в начальном сечении струи в среднем с 570 до 150—200° С в зависимости от количества введенной воды. По мере удаления от сопла температура струи продолжает падать и уже на расстоянии 15 м она достигает 50° С. Таким образом, огнегасительная струя, образуемая турбореактивным двигателем, обладает определенной охлаждающей способностью. Введение воды в газовую струю

увеличивает ее охлаждающий эффект в результате понижения температуры, повышения массы и теплоемкости струи.

Распределение скоростей по оси потока и различных сечениях можно определить по формуле

$$\frac{ax}{R_0} = \frac{0,96}{\sqrt{\Theta}} \cdot \frac{w_0}{w_m} \sqrt{1 + 0,535(\Theta - 1) \frac{w_m}{w_0}}$$

где $\langle x \rangle_0$ — скорость в начальном сечении в м/сек (w_m — скорость на оси потока в рассматриваемом сечении в м/сек) ax/R_0 , Θ — известны. Вычисленные значения скоростей в различных сечениях струи представлены на рис. 2.

Из графика видно, что характер изменения скоростей на оси потока в различных сечениях аналогичен изменению температур. Сначала скорость резко понижается, затем, начиная с расстояния 10 м, снижение скорости замедляется. На расстоянии 15 м скорость газового потока составляет 75 м/сек, на расстоянии 20 м — 55 м/сек. Введение в струю воды резко понижает начальную скорость газового течения в среднем с 500 до 250—300 м/сек. По мере удаления от сопла скорость продолжает понижаться и уже на расстоянии 15 м она достигает 50 м/сек, а на расстоянии 20 м — 35 м/сек.

На рис. 1 и 2 нанесены экспериментальные точки температур и скоростей, полученные при непосредственных измерениях. Как видно из графиков, найденные экспериментальные значения температур и скоростей удовлетворительно описываются теоретическими кривыми. Некоторые несовпадения температурных параметров объясняются частичным

Литература

1. Б.А. Красных., В.Ф. Мартынюк., Т.С. Сергиенко., А.А.Сорокин., А.А. Феоктистов. Анализ аварий и несчастных случаев на объектах газового надзора. - М.: ООО «Анализ опасностей». - 2014. - 320 с.
2. Годовников А.И. Теплофизические параметры огнегасительной струи, получаемой с помощью турбореактивного двигателя. С.: 5 стр.
3. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров М.: РИО ВИПТШ МВД СССР, 1980. 255с.

4. Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаева Л.К., Крылов Е.В. Процессы горения М.: РИО ВИПТШ МВД СССР, 1976. 113с.

5. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Ра-вделя и А.М. Пономаревой Л.: Химия, 1983. 332 с