

УДК 53.697.5

Бондарь Е.А., зав.лаб. (ДонИЖТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЖЕКЦИИ ВО ВХОДНОЙ ЧАСТИ ЭЖЕКТОРНОГО УСТРОЙСТВА

Постановка вопроса. Режим работы эжекторного устройства в значительной степени зависит от количества подсасываемой жидкотекучей среды, то есть от коэффициента эжекции β , определяемого по соотношению

$$\beta = \frac{G_2}{G_1}, \quad (1)$$

где G_2 – секундный расход подсасываемой (эжектируемой жидкотекучей среды);

G_1 – секундный расход эжектирующего потока.

В работе [1] описаны теоретические и экспериментальные исследования аэродинамики газовых потоков во входной части эжектора. Установлено, что поле скоростей в сечении газового потока во входной части эжектора соответствует аэродинамике свободной струи. При этом выделяется два участка свободной газовой струи: начальный участок – часть потока на выходе из выхлопного патрубка, в котором скорость в центре потока сохраняется равной скорости выхода из выхлопного патрубка. Автором работы [1] показано, что длина начального участка свободной газовой струи составляет примерно двенадцать радиусов выхлопного патрубка эжектирующего потока R_1 , то есть

$$\frac{x}{R_1} \leq 12, \quad (2)$$

где x – расстояние от выхлопного патрубка эжектирующего потока по направлению его движения.

Для основной части газового потока установлена зависимость между значениями коэффициента эжекции β и относительным сечением m

$$m = \frac{f_3}{f_1}, \quad (3)$$

где f_3 – площадь поперечного сечения газового потока в месте соприкосновения его со стенками канала;

f_1 – площадь поперечного сечения газового потока на выходе выхлопного патрубка.

$$m = 2(1 + \beta)^2. \quad (4)$$

Для начального участка струи зависимость типа $m = f(\beta)$ не установлена.

Цель работы. Целью работы является установление аналитической зависимости между величиной m и коэффициентом эжекции для начального участка свободной струи.

Основная часть. Для установления расчетной зависимости типа $m = f(\beta)$ использованы результаты лабораторных исследований, изложенные в работе [1]. Результаты этих зависимостей показаны на рисунке 1.

Из рисунка 1 следует, что отношение массы газозооушной смеси в газовом потоке к массе газа в устье свободной струи в зависимости от расстояния x от устья струи изменяется по линейному закону и может быть выражено зависимостью

$$\frac{G_{см}}{G_1} = a + bx. \quad (5)$$

При $x=0$ подсасывание воздуха в эжекторное устройство не происходит, тогда $\frac{G_{см}}{G_1} = 1,0$. Подставляя это соотношение в формулу (5) получим: $a = 1,0$.

При граничном значении $X_2 = 12 R_l$ из рисунка 1 находим $\frac{G_{см}}{G_1} = 1,9$ тогда подставляя в формулу (5) граничное значение $X_2 = 12 R_l$ и $\frac{G_{см}}{G_1} = 1,9$ можно получить значение коэффициента b

$$B = (1,9 - 1,0) / (12 R_1) = 0,075 / R_1. \quad (6)$$

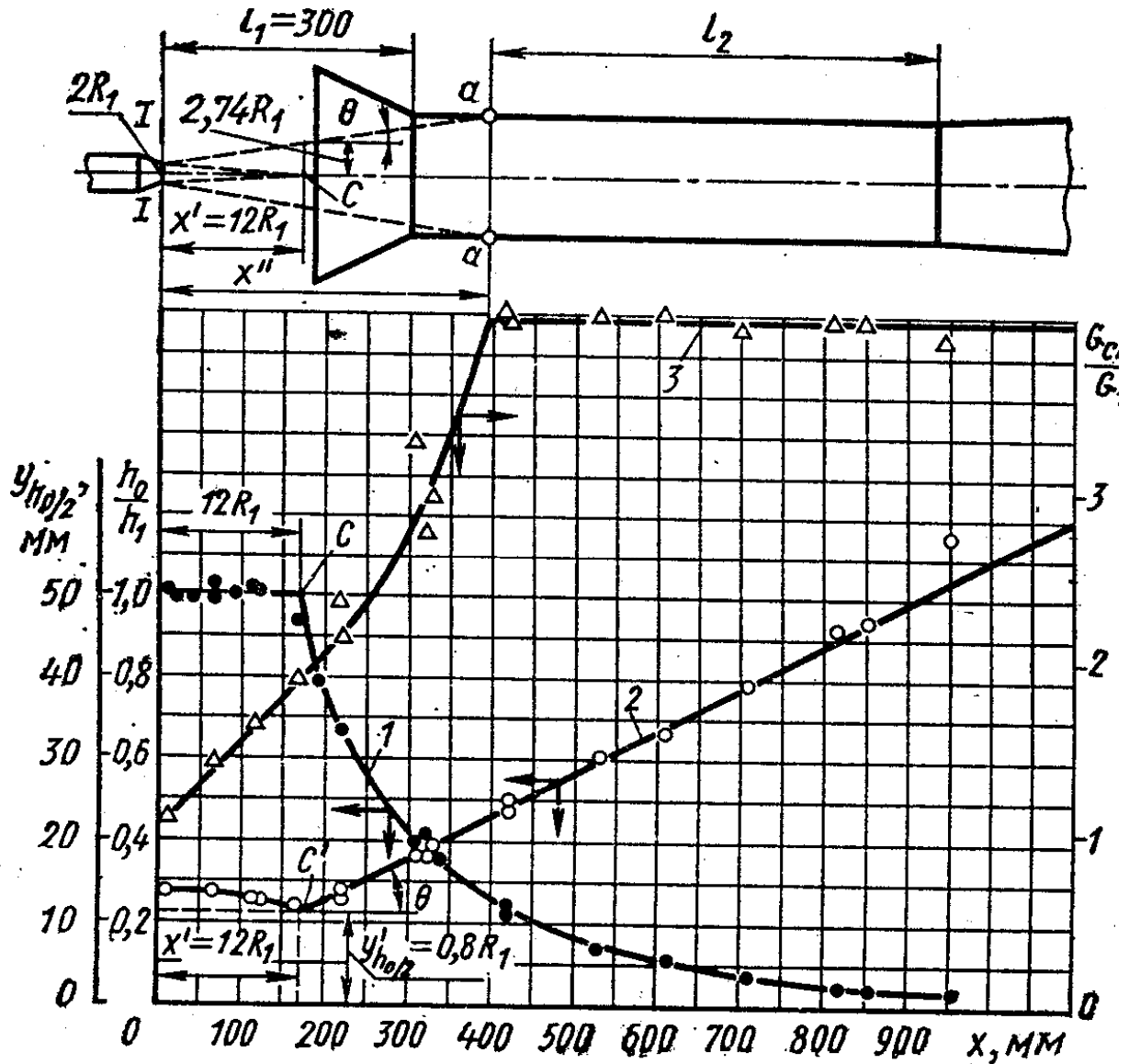


Рисунок 1 – Результаты экспериментальных исследований изменения параметров газового потока во входной части эжекторного устройства.

Таким образом, для начального участка газового потока имеет место зависимость

$$\frac{G_{cm}}{G_1} = 1 + 0,075 \frac{x}{R_1} . \quad (7)$$

Соотношение массовых расходов $\frac{G_{cm}}{G_1}$ выразим через коэффициент эжекции β

$$\frac{G_{cm}}{G_1} = \frac{(G_2 + G_1)}{G_1} = 1 + \frac{G_2}{G_1} = 1 + \beta. \quad (8)$$

Из совместного решения уравнений (8) и (9) находим

$$\beta = 0,075 \frac{X}{R_1} . \quad (9)$$

Автором работы [1] установлено, что тангенс половинного угла конусности свободной струи на начальном ее участке составляет 0,145, отсюда следует

$$R = R_l + 0,145 X , \quad \text{при } 0 \leq X \leq 12 R_l, \quad (10)$$

где R – радиус потока газовой струи на начальном участке при расстоянии X от устья выхлопного патрубка.

Если из уравнения (10) найти величину X и подставить ее значение в формулу (9), то можно установить зависимость между коэффициентом эжекции β и отношением радиусов газовой струи или отношением площадей поперечного сечения газового потока.

$$\beta = 0,517 \left(\frac{R}{R_1} - 1 \right) = 0,517 \left(\sqrt{\frac{f}{f_1}} - 1 \right), \quad \text{при } 0 \leq X \leq 12 R_l, \quad (11)$$

где f – площадь поперечного сечения струи на некотором расстоянии $X \leq 12 R_l$ от устья газового потока;

f_l – площадь поперечного сечения устья эжектирующей струи.

Обозначив отношение площадей $\frac{f}{f_1}$ через m из уравнения (11) получим

$$m = (1 + 1,93\beta)^2, \quad \text{при } 0 \leq X \leq 12 R_I, \quad (12)$$

Соотношение (12) выражает связь между отношением площадей поперечного сечения газового потока на начальном участке свободной струи и коэффициентом эжекции β .

Далее найдем граничные условия для величин, входящих в формулу (12).

Из соотношения (10) следует, что длина начального участка свободной струи ограничена двенадцатью радиусами устья струи, то-есть

$$0 \leq X \leq 12 R_I. \quad (13)$$

Граничное значение радиуса свободной струи на ее начальном участке определяется соотношением

$$R_I \leq R \leq 2,74 R_I. \quad (14)$$

Граничное значение коэффициента эжекции на начальном участке свободной струи можно определить, подставив в соотношение (12) значение R из соотношения (14), то-есть получим

$$0 \leq \beta \leq 0,9. \quad (15)$$

Выводы. Для начального участка свободной струи получена зависимость для определения коэффициента эжекции β и границы ее использования по расстоянию X от устья газового потока и по величине радиуса R газового потока. Для основного участка свободной струи может быть использована расчетная зависимость (4), установленная автором работы [1].

Список литературы

1. Успенский В.А., Кузнецов Ю.М. Струйные вакуумные насосы. М.: Машиностроение, 1973. 144с.