

УДК [677.021.17:533.6]:519.711

О ВЫРАВНИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ПОВЕРХНОСТИ КОНДЕНСОРА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ ВСТАВОК*

Э.Ф. БАЛАЕВ, Е.В. ПОЛЯКОВА

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ранее в [1] предлагалось поток воздуха выравнивать по поверхности конденсора с помощью системы телескопических вставок (рис.1). Там же для расчета радиусов рекомендовалось использовать метод Ньютона и приводились соответствующие расчетные формулы.

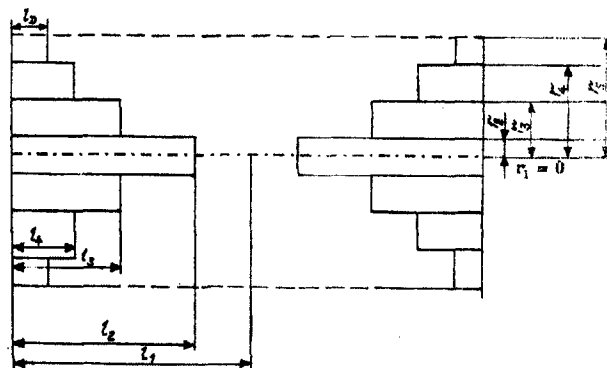


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. физ.-математ. наук Ф.Н. Ясинского.

Нами разработана более простая и удобная для машинной реализации методика расчета.

Пусть $r_1 = 0$, $r_2, r_3, \dots, r_N = R$ – радиусы труб; $r_1 = 0$ – фиктивная вставка; R – внутренний радиус конденсора; N – количество вставок плюс две (фиктивная и сам конденсор); $l_1 = L/2$, l_2, \dots, l_N – длины вставок; L – полная длина конденсора.

В этом случае потерю напора при движении воздуха по каждому кольцевому каналу можно представить так:

$$\Delta p = \left(\zeta_{\text{вх}} + \zeta_{\text{вых}} + \lambda_i \frac{l_i}{D_i} \right) \frac{V_i^2}{2}, \quad (1)$$

где i – номер кольцевого канала, $i=1, 2, \dots, N-1$; i – канал образуется трубами с радиусами r_i и r_{i+1} ; всего $N-1$ – кольцевой канал; $\zeta_{\text{вх}}, \zeta_{\text{вых}}$ местные сопротивления входа и выхода в каждый кольцевой канал.

Если q_i – расход через i -канал, то скорость воздуха в нем будет

$$V_i = \frac{q_i}{\pi(r_{i+1}^2 - r_i^2)}. \quad (2)$$

Соответственно число Рейнольдса для i -канала:

$$\text{Re}_i = \frac{D_i V_i}{\nu} = \frac{q_i}{\pi(r_{i+1} - r_i)}. \quad (3)$$

Здесь D_i – гидравлический диаметр кольцевого канала, два радиуса (гидравлических):

$$D_i = 2 \frac{\pi r_{i+1}^2 - \pi r_i^2}{2\pi r_{i+1} + 2\pi r_i} = r_{i+1} - r_i. \quad (4)$$

Для вычисления λ_i воспользуемся формулой Блазиуса:

$$\lambda_i = 0,316 / \sqrt[4]{\text{Re}_i}. \quad (5)$$

Длины вставок выберем из расчета равномерного распределения их входных отверстий во внутреннем пространстве конденсора:

$$q_i = q; \quad i=1, 2, \dots, N-1. \quad (6)$$

Потребуем, чтобы расходы через все кольцевые каналы были одинаковы.

Будем искать радиусы вставок r_i из условия минимальности следующей целевой функции:

$$Q = \sum_{i=2}^{N-1} |\Delta p_i - \Delta p_1|. \quad (7)$$

$$Q = Q(r_2, r_3, \dots, r_{N-1}) \rightarrow \min, \quad (8)$$

то есть перепады давлений на всех каналах должны различаться как можно меньше.

Очевидно, величина Q снизу ограничена нулем, что означает равенство всех расходов.

При процессе минимизации Q посредством вариации r_i должно быть наложено еще очевидное условие на радиусы вставок:

$$r_1 = 0 < r_2 < r_3 < \dots < r_N = R. \quad (9)$$

Для минимизации Q могут быть использованы различные известные методы. Однако негладкость функции Q (и ограничение (9)) вынуждают остановиться или на методе случайного поиска, или (при небольшом числе вставок (2-3)) на сканировании. В последнем случае поступают следующим образом.

ВЫВОДЫ

Пусть

$$Q = Q(r_2, r_3, r_4). \quad (10)$$

С помощью конструкции цикл в цикле производится перебор значений r_2, r_3, r_4 с малым шагом h . При этом запоминаются наилучшие Q^*, r_2^*, r_3^*, r_4^* . Затем шаг h уменьшается и перебор повторяется около наилучшей указанной точки. И так до получения неуклучшаемого результата.

Представлен расчет геометрических размеров телескопических вставок, позволяющих выравнивать расход воздуха по поверхности конденсора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаев Э.Ф., Зарубин В.М., Ясинский Ф.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №4. С.64...66.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 10.07.00.
