



РАЗРАБОТКА КРИТЕРИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В ПУЧКЕ ТРУБ

Сугиров Джиенбек Умирзаевич

доктор технических наук, профессор

Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова,

г. Актау

Аннотация. В статье приводятся результаты экспериментальных исследований теплопередачи и аэродинамических сопротивлений трубных пучков, которые позволяют решить проблемы поиска обобщающих зависимостей для расчета их значений, при установке различных интенсификаторов теплообмена в газоходах установок, используя разные скорости теплоносителя. Получены экспериментальные результаты, с учетом многочисленных факторов и параметров пучков. Наилучшая поверхность по энергетическому коэффициенту получилась для канала с турбулизатором каплеобразного профиля, который характеризовался наименьшим коэффициентом лобового сопротивления.

Ключевые слова: конвективная теплопередача, аэродинамические сопротивления, турбулизаторы, число Рейнольдса

Изучение аэродинамических сопротивлений и теплообмена в трубных пучках позволяет решить проблемы поиска обобщающих зависимостей для расчета теплообмена и аэродинамических сопротивлений.

Впервые единые формулы для расчета теплопередачи и сопротивления пучков труб предложили В. М. Антуфьев и Г. С. Белецкий [1-5].

В обобщениях этих исследований диаметр трубы теплообменника в пучке принимался для характерного размера, а для расчетной скорости – скорости в наименьшем поперечном сечении прохода.

С развитием теории подобия полученные экспериментальные результаты, с учетом многочисленных факторов и параметров пучков были обобщены уравнениями критериев типа:

$$Nu = f(Re; \sigma_1; \sigma_2; z_2; Pr_{ж}; \frac{Pr_{ж}}{Pr_{ст}}); \quad (1)$$

$$Eu = f(Re; \sigma_1; \sigma_2; z_2); \quad (2)$$



То есть считалось, что среднее тепловыделение трубки в пучке зависит от скорости потока и тепловой нагрузки [6-7].

Объект исследования: исследована тепловая модель плоского канала, длиной $L = 420$ мм и высотой $2S = 30$ мм.

Предмет исследования: На электрически нагреваемые горизонтальные стены укреплялись турбулизаторы, имеющие профиль прямоугольника, треугольника и каплеобразного профиля.

Цель: Определение значений теплообмена и аэродинамических сопротивлений в зависимости от конфигурации турбулизатора.

Для определения эффекта теплопередачи от вида конфигурации турбулизатора на тепловую эффективность нагревательной поверхности, была исследована тепловая модель плоского канала, длиной $L = 420$ мм и высотой $2S = 30$ мм (рис.1).

На электрически нагреваемые горизонтальные стены укреплялись турбулизаторы, имеющие профиль прямоугольника, треугольника и каплеобразного профиля. В этом случае геометрические критерии сравниваемых турбулизаторов были постоянными, равными $h/t = 0,054$ и $h/s = 0,29$.

Таким образом, определяющим значением при сравнении экспериментальных данных, явилась конфигурация турбулизатора.

Изменения теплообмена определяли методом измерения постоянного теплового потока на стенках канала (3).

$$\alpha(x) = Q/\Delta t \cdot (x) \cdot \phi \cdot F \quad (3)$$

Среднее значение Nu было получено путем интеграции локальных значений коэффициентов теплообмена. В критериях сходства длина канала выбирался как определитель размера и определитель температуры - среднее арифметическое суммы средних значений температуры стенки и температуры потока по длине канала.

Эффект турбулентности от конфигурации мало влиял на интенсивность теплообмена в канале. Все опытные точки сгруппированы вблизи кривой $Nu = f(Re)$. В уравнении экспоненты числа Рейнольдса он равен 0,8, а коэффициент пропорциональности равен 0,05. Также для гидравлического сопротивления в канале эффект от конфигурации был очень заметен, и каждая конфигурация соответствовала значению сопротивления, определяемое следующей зависимостью (4):

$$Eu = f(Re; \text{Слоб}) \quad (4)$$

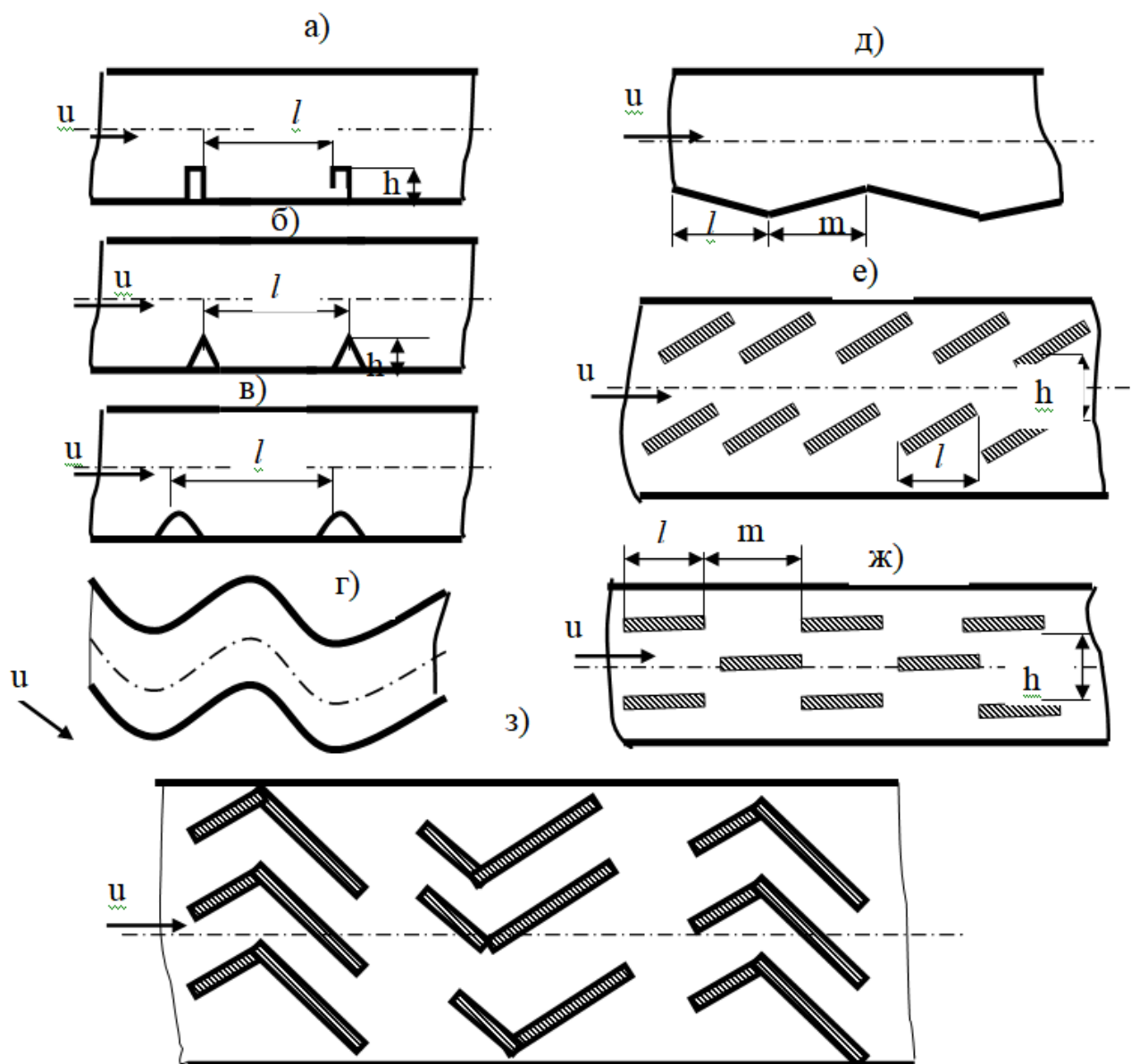


Рисунок 1- Виды искусственной интенсификации конвективного теплообмена в каналах

Здесь $\text{Слоб} = f(Re)$ представляет собой комбинацию турбулизатора. Размер Слоб оказался равным для профилей в форме прямоугольника, треугольника, полукруга и капли соответственно 0,9; 1,5; 0,99; и 0,2.

Все результаты экспериментов при обобщении выразились следующим уравнением (5):

$$E = 11,9CN(5)$$

Где: E – энергетический коэффициент;

N – затраты на пропускную способность воздуха в канале, вт/м.час .

Эффективность нагревательной поверхности уменьшилась, как и сопротивление в канале, с увеличением трения.



При этом, наилучшая поверхность по энергетическому коэффициенту получилась для канала с турбулизатором каплеобразного профиля, который характеризовался наименьшим коэффициентом лобового сопротивления из всех исследованных конфигураций интенсификаторов.

На основании изложенного материала, можно прийти к следующим результатам:

1. Среднее тепловыделение трубки в пучке зависит от скорости потока и тепловой нагрузки.
2. Эффект от конфигурации турбулизаторов мало влиял на интенсивность теплообмена в канале.
3. Наилучшая поверхность по энергетическому коэффициенту была для канала с турбулизатором каплеобразного профиля, характеризующийся наименьшим коэффициентом лобового сопротивления.

Список литературы:

1. Антуфьев В.М., Козаченко Л.С. Теплоотдача и аэродинамическое сопротивление конвективных поверхностей нагрева – ОНТИ, М., 1938, -102с.
2. Антуфьев В.М., Белецкий Г.С. Теплоотдача и аэродинамическое сопротивление трубчатых поверхностей в поперечном потоке.-М.: Машгиз, 1948.-с. 120-124
3. Михайлов Г.А. Исследование локального теплообмена в пучках труб //Советское котлотурбостроение, 1939, №12, с.16-19.
4. Шиловостов А.В.-В кн. Конвективный теплообмен в элементах парогенераторов и теплообменников-тр.ЦКТИ, 1968, вып.89, с.95-101.
5. Гренх Х.Г., Шольц Ф. – В кн. Тепломассообмен-У, т.1, ч.2, Минск, Изд. АН БССР, 1976, с.37-42.
6. Фомина В.Н. Исследование теплообмена и аэродинамики шахматных пучков труб с широкими и тесными шагами и уточнение их расчета. Кандидатская диссертация, 1976, ВТИ.
7. Андреевский А.А., Боришанский В.М., Жилкина В.Б. Исследование теплоотдачи шахматных пучков труб в поперечном потоке воды – В кн. Конвективная теплоотдача в двухфазном и однофазном потоке- М., Энергия, 1964, с.65-68.