

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОАЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И ГАБАРИТНО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХМАТНЫХ СТЕСНЕННЫХ ПУЧКОВ ТРУБ СО СПИРАЛЬНО-НАКАТНЫМИ РЕБРАМИ

Докт. техн. наук, проф. КУНТЫШ В. Б., канд. техн. наук, доц. СЕНИН Н. Н.

Архангельский государственный технический университет

К настоящему времени достаточно полно изучены теплоотдача и гидравлическое сопротивление внешнеобтекаемых шахматных пучков из труб со спиральными и кольцевыми ребрами, в которых максимальная скорость потока находится в сжатом поперечном (фронтальном) сечении пучка. Шахматные оребренные пучки с максимальной скоростью в сжатом диагональном сечении называются стесненными [1], и для них характерно свободное расположение труб в поперечных рядах с тесным поджатым расположением их в продольных рядах. При таких компоновках труб при обтекании их потоком появляются новые гидродинамические явления, которые не наблюдаются в традиционных шахматных компоновках. Вместе с тем расчетные критериальные уравнения теплоотдачи и аэродинамического сопротивления фактически построены по опытным данным традиционных пучков из-за ограниченных исследований стесненных пучков: в [1] приводятся результаты по 5, в [2] – по 12, в [3] – по 4, в [4] – по 5 пучкам. Обобщенные уравнения для расчета теплоотдачи и сопротивления стесненных оребренных пучков в широком интервале изменения компоновочных характеристик не использовались по указанной причине. Кроме теоретического, исследование таких пучков обусловливается практическим интересом ввиду их распространенного применения в теплосберегающих установках, например в теплоуловителях сушильной части бумаго- и картоноделательных машин, теплоутилизаторах сушильных камер.

Цель работы – дальнейшее расширение и накопление банка опытных данных по теплоотдаче и сопротивлению шахматных стесненных пучков из оребренных труб в поперечном потоке воздуха.

Объектом экспериментального исследования являлись шахматные пучки, собранные из биметаллических круглых труб с накатными алюминиевыми ребрами $d \times d_0 \times h \times s \times \Delta = 55,85 \times 25,85 \times 15,0 \times 2,56 \times 0,75$ мм. Коэффициент оребрения трубы $\varphi = 19,9$. Ребра накатаны на стальной несущей трубе наружного диаметра $d_n = 25$ мм с толщиной стенки $\delta = 2$ мм. Трубы снаружи омывались принудительным перпендикулярным потоком воздуха с начальной температурой 15...18 °С. Для проведения опытов использовали аэродинамическую трубу [4] разомкнутого типа с поперечным сечением рабочего участка 350 × 350 мм, работающую по нагнетательной схеме.

Теплоотдачу определяли методом локального теплового моделирования при помощи одного парозлектрического калориметра [4], последовательно устанавливаемого в середине 1-го, 2-го, 3-го, 4-го поперечных рядов пучка. Теплоотдачу 5-го и 6-го рядов принимали равной теплоотдаче стабилизированных рядов, которыми в исследованных пучках являлись третий и последующий [4, 5]. Температура кипения воды в калориметре составляла ≈ 100 °С. Приведенный коэффициент α_i теплоотдачи

i -го поперечного ряда пучка определяли по конвективному тепловому потоку, отнесенному к полной наружной поверхности F оребрения трубы-калориметра и арифметической разности средних температур трубы у основания ребер и потока воздуха перед пучком в рабочем участке. Приведенный средний коэффициент теплоотдачи α вычисляли арифметическим усреднением коэффициента теплоотдачи α_i всех рядов пучка.

Компоновочными параметрами шахматного пучка являются поперечный S_1 , продольный S_2 , диагональный S_2' шаги расположения труб в решетке; относительные поперечный $\sigma_1 = S_1/d$, продольный $\sigma_2 = S_2/d$, диагональный $\sigma_2' = S_2'/d$ шаги; коэффициент компактности $\Pi = \pi d_0 \phi / (S_1 S_2)$, $\text{м}^2/\text{м}^3$; конструктивный симплекс, иногда называемый коэффициентом формы пучка, вычисляемый без учета влияния размеров ребер трубы по соотношению

$$\beta = (S_1 - d_0) / (S_2' - d_0) \quad (1)$$

или с учетом размеров ребер

$$\beta' = \left(S_1 - d_0 - \frac{2h\Delta}{s} \right) / \left(S_2' - d_0 - \frac{2h\Delta}{s} \right), \quad (2)$$

где $d_0 = d - 2h$ — диаметр трубы у основания ребер; d — наружный диаметр ребер; h , s , Δ — высота, шаг и средняя толщина ребра.

Вычисление коэффициента β по (1) производится аналогично его расчету в гладкотрубных пучках, где $\beta = (S_1 - d_H) / (S_2' - d_H)$.

Коэффициенты загромождения сжатого поперечного и диагонального сечений оребренного пучка вычисляли по формулам:

$$\chi_{\text{фр}} = 1 - \frac{1}{S_1} \left(d_0 + \frac{2h\Delta}{s} \right); \quad (3)$$

$$\chi_{\text{д}} = \frac{1}{S_1} \left[2(S_2' - d_0) - \frac{4h\Delta}{s} \right]. \quad (4)$$

Скорости воздуха в поперечном w и диагональном $w_{\text{д}}$ сжатых сечениях связаны между собой соотношением

$$w_{\text{д}} = w \chi_{\text{фр}} / \chi_{\text{д}}. \quad (5)$$

Анализ (3)–(5) показывает, что для пучка с $\chi_{\text{фр}} > \chi_{\text{д}}$ наиболее загроможденным (сжатым) является диагональное сечение, в котором скорость воздуха наибольшая. Следовательно, шахматные пучки с $\chi_{\text{фр}} > \chi_{\text{д}}$ относятся к группе стесненных. При $\chi_{\text{фр}} = \chi_{\text{д}}$ скорость потока в сжатых поперечном и диагональном сечениях одинакова, достигается геометрическая равнопроходность пучка в этих сечениях. Каждому значению χ соответствует единственное значение конструктивного симплекса β пучка. У гладкотрубных пучков геометрическая равнопроходность достигается всегда при $\beta = 2$, тогда как в равнопроходных оребренных пучках всегда $\beta < 2$, и в общем для таких пучков значение

$\beta = \text{var}$, так как даже при постоянных величинах шагов S_1, S_2 оно зависит от геометрических размеров ребер.

Опыты проведены с пучками I, II, III, у которых $S_1 = 117$ мм, $\sigma_1 = 2,09$, а $\chi_{\text{фр}} = 0,709$. В нечетных поперечных рядах каждого пучка установлены по три цельных трубы, а в четных — по две, но с боковых сторон у этих рядов расположены полутрубы, обеспечивающие одинаковое по воздуху сечение каждого поперечного ряда. Конструкторско-компоновочные параметры пучков даны в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики оребренных пучков

Параметр или коэффициент	Ряд	Номер пучка		
		I	II	III
S_2 , мм		53,79	37,52	29,41
S_2' , мм		79,5	69,5	65,5
σ_2		0,963	0,672	0,526
σ_2'		1,423	1,244	1,173
χ_d		0,776	0,605	0,537
β		1,7	2,09	2,30
β'		1,836	2,362	2,669
Π , м ² /м ³		257,0	367,0	470,0
$C_i \cdot 10$	1	1,343/1,343	1,800/1,800	1,911/1,620
	2	0,508/0,508	0,891/0,800	0,907/0,739
	3–6	0,576/0,576	0,891/0,825	0,907/0,739
n_i	1	0,60	0,58	0,58
	2–6	0,72	0,67	0,67
$C \cdot 10$	—	0,638/0,638	0,966/0,882	0,983/0,802
n	—	0,70	0,66	0,66
B	—	20,06/20,06	35,06/27,06	52,85/33,41
m	—	0,26	0,32	0,36

Примечание. Данные в числителе относятся к обработке результатов по скорости в сжатом поперечном сечении, в знаменателе — по максимальной скорости в соответствующем сечении пучка.

Равнопроходность пучков для исследованных труб с шагом $S_1 = 117$ мм наступает при $S_2' = 75,6$ мм, а $\beta = 1,83$. Следовательно, опытные пучки II, III являются стесненными. Пучок I исследовали в качестве базового для сравнительного анализа результатов по стесненным пучкам. Учет влияния размеров ребер трубы на изменение величины конструктивного симплекса сопровождается увеличением ее на 8...16 % (табл. 1) (значения β' по сравнению с β). Однако по сложившейся практике расчетов, и для предельного перехода [1] от оребренных пучков к гладкотрубным принято вычислять β по (1).

Опытные данные по приведенным коэффициентам теплоотдачи и аэродинамического сопротивления пучка обрабатывали в числах подобия:

$$Nu_i = \alpha_i d_0 / \lambda; \quad Nu = \alpha d_0 / \lambda; \quad Re = w d_0 / \nu \quad \text{или}$$

$$Re = w_d d_0 / \nu; \quad Eu = \Delta p / (\rho w^2) \quad \text{или} \quad Eu = \Delta p / (\rho w_d^2),$$

где Δp — перепад статического давления воздуха в пучке, Па.

Физические свойства воздуха λ , ν , ρ принимали по его средней температуре в пучке.

Результаты опытов обобщены критериальными уравнениями подобия в степенной форме:

$$Nu_i = C_i Re^{n_i}; \quad (6)$$

$$Nu = C Re^n; \quad (7)$$

$$Eu = B Re^{-m}. \quad (8)$$

Значения констант C_i , C , B , n_i , n , m даны в табл. 1. Числа Eu вычислены для шести рядов.

Максимальная относительная среднеквадратичная погрешность определения чисел Nu_i , Re , Eu не превышала 3,5; 3,2 и 4,1 % соответственно. Среднеквадратичная ошибка при расчете значений C_i , C , B , n_i , n , m не превышает 2,8 %.

Уравнения (6)–(8) действительны в диапазоне $Re = (2,5...25) \cdot 10^3$ при условии обработки данных по скорости воздуха w в сжатом поперечном сечении пучка.

На рис. 1, 2 приведены экспериментальные материалы по теплоотдаче различных рядов, а в нижней части этих рисунков – средней теплоотдаче пучков I, II, III для случаев вычисления значения чисел Re по скорости воздуха в сжатом поперечном и диагональном сечении пучков. Анализ расположения линий $Nu_i = f(Re)$ указывает на стабилизацию теплоотдачи в стесненных пучках II, III со второго ряда, а теплоотдача 1-го ряда пониженная, и с ростом значений Re расхождение в теплоот-

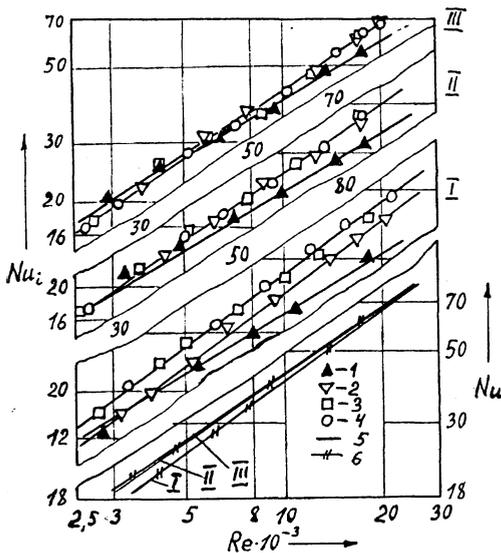


Рис. 1. Теплоотдача пучков по скорости воздуха в сжатом поперечном сечении: I, II, III – номера пучков; 1, 2, 3, 4 – опытные точки для 1-, 2-, 3-, 4-го рядов пучка; 5 – по (6); 6 – средняя теплоотдача пучка по (7)

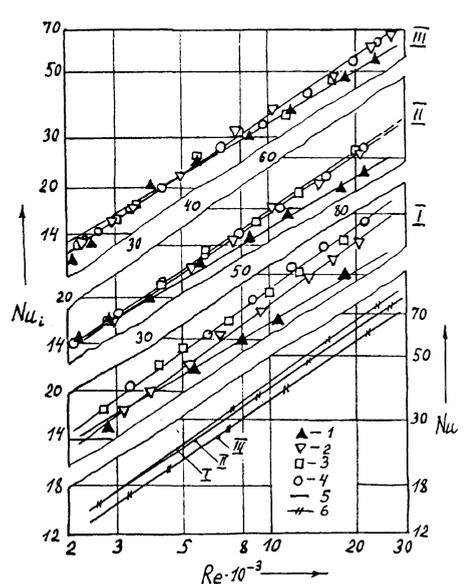


Рис. 2. Теплоотдача пучков по скорости воздуха в сжатом диагональном сечении (обозначения те же, что на рис. 1)

даче рядов увеличивается, достигая при $Re = 20 \cdot 10^3$ величины в 20,7 и 15,7 % соответственно для пучков II, III. Полученная картина изменения теплоотдачи по рядам пучков не зависит от выбора скорости воздуха в числе Re , однако отличается от ранее полученных данных для стесненных пучков с близкими параметрами относительных шагов σ_1 и σ_2 , но собранных из труб такой же конструкции с другими геометрическими размерами ребер [3]. Стабилизация теплоотдачи в стесненных пучках наступала с 3-го ряда [3], а теплоотдача 2-го ряда занимала промежуточное положение между аналогичными характеристиками 1-го и 3-го рядов. Для установления и объяснения причины расхождения необходимо дальнейшее накопление опытных данных по тепловым характеристикам стесненных пучков.

В базовом пучке I теплоотдача стабилизируется с 3-го ряда, теплоотдача 2-го ряда меньше на 13 % во всем диапазоне Re , а интенсивность теплоотдачи 1-го ряда при $Re = 3 \cdot 10^3$ составляет 87 % от теплоотдачи стабилизированного ряда, но при $Re = 20 \cdot 10^3$ разрыв в уровнях теплоотдачи достигает 71 %. Полученные результаты хорошо согласуются с исследованиями пучков близких компоновочных параметров [1, 3].

Линия теплоотдачи на рис. 1, 2 стабилизированных рядов располагается более круто по сравнению с аналогичной характеристикой 1-го ряда, что является отражением повышения уровня турбулентности межтрубного потока воздуха, генерируемой 1-м рядом пучка, исполняющего роль турбулизирующей решетки. При обработке опытных данных по скорости воздуха в сжатом поперечном сечении теплоотдача 1-го ряда пучков II, III при $Re = idem$ выше теплоотдачи такого ряда базового пучка. Например, для $Re = 20 \cdot 10^3$ рост теплоотдачи составил 10 и 17 % соответственно для пучков II и III по сравнению с теплоотдачей 1-го ряда пучка I. В случае обработки данных по максимальной скорости воздуха, которая в стесненных пучках находится в сжатом диагональном сечении, картина изменения теплоотдачи 1-го ряда несколько иная. Для $Re = 20 \cdot 10^3$ в пучке II теплоотдача повысилась на 10 %, что естественно из-за поджатия потока в кормовой области 2-м рядом труб вследствие меньшего значения S_2 по сравнению с этим параметром пучка I. Но в пучке III теплоотдача 1-го ряда снизилась приблизительно до значений теплоотдачи такого ряда базового пучка I, несмотря на дальнейшее уменьшение шага S_2 . Схожая картина относительного изменения теплоотдачи при обработке опытов по w и w_d характерна также для стабилизированных рядов.

В нижней части рис. 1, 2 изображены графики средней теплоотдачи пучков I...III, соответствующие функциональной зависимости $Nu = f(Re)$. Анализ показывает, что линии средней теплоотдачи пучков распадаются независимо от выбора определяющей скорости, причем величина расслоения приблизительно одинакова при вычислении значения Re по w или w_d , но порядок относительного расположения линий теплоотдачи меняется. При обобщении по w для $Re = idem$ меньшие значения Nu характерны для пучка I, далее располагаются данные для пучков II и III, причем числа Nu стесненных пучков различаются между собой не более 1,7 %. В случае использования при обобщении скорости w_d значения Nu для базового пучка наибольшие и превышают соответствующие значения Nu пучка III в среднем на 15 %. Числа Nu пучка II на 10 % больше соответствующих значений для пучка III. Полученный характер изменения средней теплоотдачи стесненных пучков не противоречит результатам исследований [2, 3].

Опытные данные для шести рядов по аэродинамическому сопротивлению пучков I...III нанесены на рис. 3. Линии сопротивления пучков имеют различный наклон, которому соответствуют разные значения показателя степени m в (8). С ростом симплекса β абсолютное значение m также увеличивается (табл. 1). При вычислении Re и Eu по скорости w для одинаковых Re численные значения Eu стесненных пучков возрастают, а в случае использования скорости w_d значения Eu уменьшаются. Наглядное представление об этом дают следующие пропорции: при расчете по w для $Re = 3 \cdot 10^3 - Eu/Eu_I = 1 : 1,08 : 1,18$; для $Re = 20 \cdot 10^3 - Eu/Eu_I = 1 : 0,965 : 0,978$; при расчетах по w_d для этих же чисел Re получается соответственно соотношение $1 : 0,836 : 0,748$ и $1 : 0,744 : 0,618$. Здесь Eu_I — значение числа Эйлера для пучка I, а Eu — то же, для пучков I, II, III.

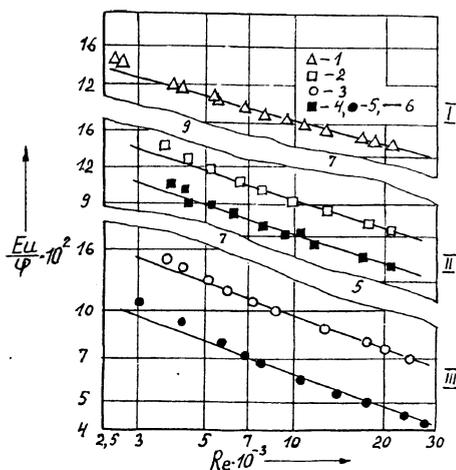


Рис. 3. Аэродинамическое сопротивление пучков: I, II, III — номера пучков; 1, 2, 3 — опытные точки по скорости w ; 4, 5 — то же, по w_d ; 6 — то же, по (8)

Средняя теплоотдача пучков I...III (рис. 4а) с разбросом опытных точек, не превышающим $\pm 5\%$, обобщается уравнением

$$Nu = 0,0788\beta^{0,15}Re^{0,67}, \quad (9)$$

которое действительно для $\beta = 1,7...2,3$ и использования в качестве определяющей скорости w .

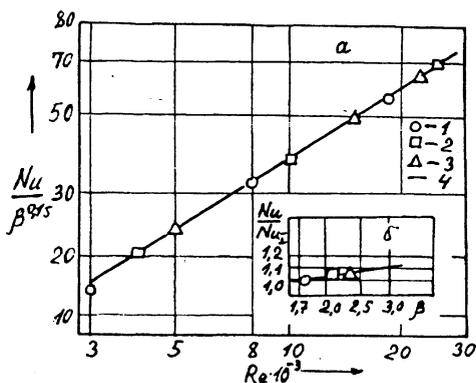


Рис. 4. Обобщение опытов по: а — средней теплоотдаче и б — влиянию параметра β на интенсивность теплоотдачи пучка по скорости воздуха в сжатом поперечном сечении; 1, 2, 3 — данные для пучков I, II, III; 4 — по (9)

При выборе определяющей скорости w_d средняя теплоотдача (рис. 5а) этих же пучков с разбросом опытных точек не более $\pm 5\%$ обобщается уравнением

$$Nu = 0,0943\beta^{-0,25}Re^{0,67}. \quad (10)$$

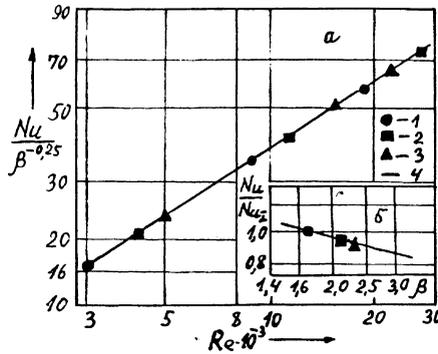


Рис. 5. Обобщение опытов по: а – средней теплоотдаче и б – влиянию параметра β на интенсивность теплоотдачи пучка по скорости воздуха в сжатом диагональном сечении; 1, 2, 3 – данные для пучков I, II, III; 4 – по (10)

Рис. 4б, 5б построены для $Re = 10^4$, на них Nu – число Нуссельта для пучков I, II, III; Nu_1 – то же, для пучка I.

Для оценки тепловой эффективности, относительных габаритной и массовой характеристик пучков I...III была применена общеизвестная методика В. М. Антуфьева, в соответствии с которой выполнены расчеты в исследованном интервале числа Re . При одинаковой удельной затрате мощности N_0 , Вт/м², на прокачку воздуха приведенный коэффициент теплоотдачи стесненных пучков II, III на 4...7 % больше теплоотдачи базового пучка I во всем диапазоне изменения N_0 . При $N_0 = idem$ интенсивность теплоотдачи пучков II, III одинакова. При вычислении относительной габаритной характеристики, представляющей отношение объемов $V/V_{эт}$ при $N_0 = idem$ и $Q = idem$, за эталон принят пучок I с относительным объемом $V_{эт} = 1$. Получены следующие значения $V/V_{эт}$ для пучков: II – 0,66; III – 0,52. Следовательно, объем пучка II на 34 %, а пучка III на 48 % меньше объема пучка I. Таким образом, стесненные пучки обладают более выгодной габаритной характеристикой по сравнению с традиционным шахматным пучком I. По относительной массовой характеристике пучки разделяются так же, как и по габаритной. Это связано с тем, что сравниваемые пучки собраны из однотипных труб, для которых масса 1 м² площади поверхности теплоотдачи b , кг/м², одинакова.

В заключение нами выполнен анализ применимости существующих обобщенных критериальных уравнений Центрального котлотурбинного института имени И. И. Ползунова (ЦКТИ) [1], Архангельского лесотехнического института (АЛТИ) [4], Института физико-технических проблем энергетики (ИФТПЭ) АН Литовской ССР [5] и Киевского политехнического института (КПИ) совместно с ЦКТИ [6] для расчета теплоотдачи и аэродинамического сопротивления поперечно обтекаемых пучков из круглорезбистых труб к исследованным опытным пучкам I...III. Сравнивали расчетные значения средних приведенных α_p и опытных α_0 коэффициентов теплоотдачи и перепадов давления воздуха в

пучке Δp_p и Δp_o , выполненных по указанным обобщенным уравнениям и частным уравнениям (7), (8). Расчеты произведены для средней температуры воздуха 50 °С, его скоростей 1,736 и 17,36 м/с в сжатом поперечном сечении пучка, которые соответствуют концам изученного интервала по $Re = 2500$ и 25000 . Связь приведенного коэффициента теплоотдачи α с конвективным α_k , коэффициент неравномерности распределения конвективной теплоотдачи по ребру ψ_p , определяющий линейный размер l , эквивалентный диаметр d_3 наименьшего проходного сечения пучка для воздуха определяли по формулам [1]. Коэффициент эффективности E круглого спирального ребра находили по номограммам [4]. Поправку на локальный метод моделирования теплоотдачи вводим в значения α_o по данным [1, 4]. Расчет d_3 для пучка I выполняли по S_1 , для пучков II, III – по S_2' . Для пучков I, II, III получено $l = 43,22$ мм. В качестве расчетной в анализируемых методиках [1, 4–6] принята средняя скорость в наименьшем проходном сечении пучка.

Величину отклонения между расчетными и опытными значениями теплоотдачи и сопротивления, %, определяли по формулам:

$$\delta = \frac{\alpha_p - \alpha_o}{\alpha_p} 100; \quad \delta_1 = \frac{\Delta p_p - \Delta p_o}{\Delta p_p} 100. \quad (11)$$

Сравнение опытных и расчетных значений тепло- и аэродинамических характеристик пучков I...III приведено в табл. 2. Числовые опытные значения α_{oc} соответствуют теплоотдаче стабилизированных рядов пучков I...III. В методике [4] обобщенные уравнения даются для теплоотдачи стабилизированных рядов, измеренной локальным моделированием.

Поэтому при расчетах по (11) значений δ для этой методики вместо α_p и α_o соответственно подставляли α_{pc} и α_{oc} .

Анализ табл. 2 показывает, что наилучшее совпадение по теплоотдаче расчетных и опытных величин обеспечивает методика КПИ–ЦКТИ, а методика АЛТИ – лишь в области $Re \geq 8000$ ($w \geq 5,2$ м/с). При $Re < 8000$

Таблица 2

Результаты сравнения теплоаэродинамических характеристик пучков

Параметры	Источник	Значения параметров для номера пучка при w , м/с					
		1,736			17,36		
		I	II	III	I	II	III
α_o , Вт/(м ² ·К)	–	16,67	18,72	18,41	83,58	85,57	84,16
Δp_o , Па		8,64	9,51	10,38	474,4	455,4	453,2
α_{oc} , Вт/(м ² ·К)		17,60	18,97	18,4	92,39	88,72	86,06
Δp_p , Па	[1]	9,53	16,3	20,8	537,5	915,3	1169,0
d_3 , мм		12,95	5,48	4,85	12,95	5,48	4,85
δ_1 , %		9,3	41,7	50,0	11,3	59,2	61,2
α_p , Вт/(м ² ·К)	[4]	18,93	21,72	23,80	90,50	104,10	112,50
δ , %		35,8	41,3	49,3	1,37	–4,3	–13,0
α_{pc} , Вт/(м ² ·К)	[5]	22,4	28,1	24,4	109,7	135,7	153,2
δ , %		21,2	32,4	24,6	15,8	33,2	43,8
α_p , Вт/(м ² ·К)	[6]	14,8	12,5	14,8	85,1	80,7	98,4
δ , %		18,2	–2,7	18,6	–4,9	–34,6	–29,9
Δp_p , Па		8,64	10,47	10,80	485,7	631,0	710,6
δ_1 , %		0,0	9,6	3,9	2,2	27,9	36,0

расчетные значения теплоотдачи на 35...50 % превышают опытные. Приемлемое согласование по сопротивлению расчетных с опытными значениями обеспечивает методика КПИ–ЦКТИ, однако в области $Re > 15000$ расчетные значения сопротивления стесненных пучков II, III оказываются завышенными в среднем на 30 %.

Таким образом, выполненная работа показала необходимость дальнейшего накопления банка экспериментальных данных теплоаэродинамических характеристик стесненных пучков для корректировки существующих методик расчета теплоотдачи и потери давления воздуха в таких пучках из труб со спиральными поперечными ребрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю д и н В. Ф. Теплообмен поперечно оребренных труб. – Л.: Машиностроение, 1982. – 189 с.
2. П и с ь м е н н ы й Е. Н., Л е г к и й В. М. К расчету теплообмена многорядных шахматных пучков с кольцевым поперечным оребрением // Теплоэнергетика. – 1984. – № 6. – С. 62–65.
3. К у н т ы ш В. Б. Теплообмен и аэродинамическое сопротивление шахматных стесненных пучков из труб с накатными ребрами // Известия вузов. Лесной журнал. – 1991. – № 2. – С. 74–80.
4. К у н т ы ш В. Б., К у з н е ц о в Н. М. Тепловой и аэродинамический расчеты оребренных теплообменников воздушного охлаждения. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 280 с.
5. Ж у к а у с к а с А., У л и н с к а с Р. Теплоотдача поперечно обтекаемых пучков труб. – Вильнюс: Мокслас, 1986. – 204 с.
6. Р у к о в о д я щ и й технический материал РТМ 108.030.140–87. Расчет и рекомендации по проектированию поперечно-оребранных конвективных поверхностей нагрева стационарных котлов /НПО ЦКТИ. – СПб., 1988. – 31 с.

Представлена кафедрой
промышленной теплоэнергетики

Поступила 7.09.2000

УДК 635.9:631.563

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАСЫЩЕННОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ГИПОБАРИЧЕСКОМ ХРАНИЛИЩЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ В НЕМ ДАВЛЕНИЯ

Докт. техн. наук ПИСАРЕВ В. Е., канд. техн. наук ДАВЫДЕНКО Б. В.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Из принятой ранее в [1] физической модели процесса вентилирования гипобарического хранилища сельскохозяйственной продукции следует, что при изменении в нем абсолютного давления могут периодически совершаться два политропных процесса: сжатие воздуха с его нагревом и увлажнением и расширение воздуха с понижением его температуры и выделением влаги. В [1] рассмотрена задача определения температуры воздушной среды в гипобарическом хранилище при изменении в нем давления с учетом линейной зависимости влагосодержания