

УДК 621.577

Маг. М.Э.Бобер

Науч. рук. докт. техн. наук, профессор В.Б. Кунтыш
(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ОБОБЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ ПОДОБИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООТДАЧИ ТРУБНЫХ ПУЧКОВ АВО

Целью работы является обоснование и выбор достоверного обобщенного уравнения для коэффициента теплоотдачи.

Низкорребристые трубы применяются в теплообменных устройствах холодильной техники, в различных теплотехнологических установках химической промышленности (водяных маслоохладителях, кондиционерах, воздухоохладителях компрессорных машинах (промежуточных и конечных охладителях)), энергетических силовых установках (пароперегревателях крупных парогенераторов, охладителях наддувочного воздуха дизелей, в сепараторах пароперегревателей).

Для проектирования энергоэффективных ресурсосберегающих аппаратов необходим выбор оптимальных параметров оребренной трубы и пучка. А это возможно в случае наличия достоверного обобщенного уравнения для коэффициента теплоотдачи.

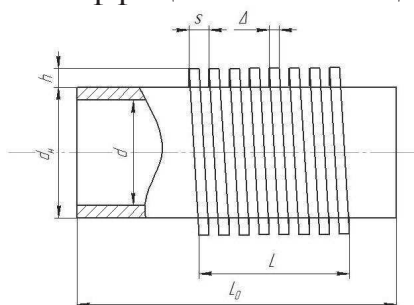


Рисунок 1 – Конструкция низкорребристой трубы

В работе рассматриваются аналитические расчеты теплоотдачи по обобщенным уравнениям и проводится их сравнение с опытными зависимостями для применяемых типоразмеров ребристых труб и пучков, обтекаемых внешним поперечным потоком воздуха.

Уравнение Шмидта

$$Nu_{d_0} = 0,45 Re^{0,625} Pr^{0,33} \varphi^{-0,375}. \quad (1)$$

Положим $Pr=0,7$, тогда формула (1) примет вид

$$Nu_{d_0} = 0,4 Re^{0,625} \varphi^{-0,375}, \quad (2)$$

где φ - коэффициент оребрения трубы

$$Nu = \alpha_{\kappa} d_0 / \lambda ; Re = wd_0 / \nu.$$

Уравнение КПИ-ЦКТИ

$$Nu = 1,15c_z c_g Re^m Pr^{0,4} \quad (3)$$

$$m = 0,7 + 0,08Y + 0,005\varphi; c_g = (1,36 - Y) \left(\frac{1,1}{\varphi + 8} - 0,014 \right); Y = thX;$$

$$X = \frac{S_1}{S_2} - \frac{1,26}{\varphi} - 2; c_z = 3,15z^{0,05} - 2,5.$$

Обобщенное уравнение подобия АЛТИ-АГТУ:

$$Nu_s = 0,132 \cdot C_z C_\gamma C_\Psi \left(\frac{S_1 - d_0}{S'_2 - d_0} \right)^m \left(\frac{d_0}{s} \right)^{-0,54} \left(\frac{h}{s} \right)^{-0,14} Re_s^{0,73} \quad (4)$$

$$Nu = \alpha_\kappa s / \lambda; Re = ws / \nu.$$

Геометрические параметры опытных шахматных пучков

Номер пучка	Параметры ребра и пучка, мм						φ	h/s	Автор
	S ₁	S ₂	d	h	Δ	s			
I	37.5	29.9	33.0	3.57	0.84	2.58	5.24	1.38	Кунтыш, Сухоцкий
II	42.0	33.5	37.0	5.56	0.80	2.58	6.38	2.15	
III	50	39.9	44	9.07	0.75	2.58	9.6	3.5	
IV	55.7	44.4	49	11.57	0.75	2.58	12.2	4.5	
V	64	51	56.3	15.23	0.65	2.58	16.14	5.9	
VI	31.25	27	25	3	0.55	3.42	3.08	0.87	Антуфьев
VII	31.25	27	25	3	0.3	2	4.52	1.5	
VIII	31.25	27	25	3	0.3	1.5	5.68	2	
IX	16.95	15.9	17	1	1.25	3	1.75	0.33	Жукаускас
X	59.85	47.7	51	3	1.25	9	1.72	0.33	
XI	84.66	78.03	51	3	1.25	9	1.72	0.33	
XII	26.6	24.6	20	2.5	1.8	3	3.025	0.83	
XIII	34	30	30	4.35	0.95	2.6	5.14	1.66	Фастовский Петровский
XIV	34	30	19	4	0.84	3.03	4.67	1.32	

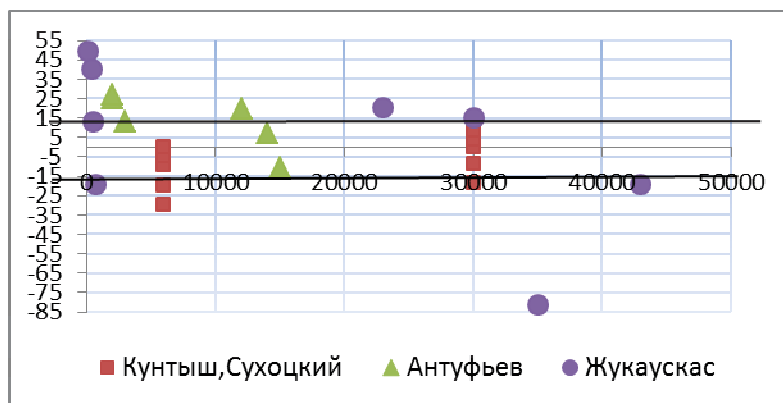


Рисунок 1 - Сравнение по формуле АГТУ-АЛТИ:

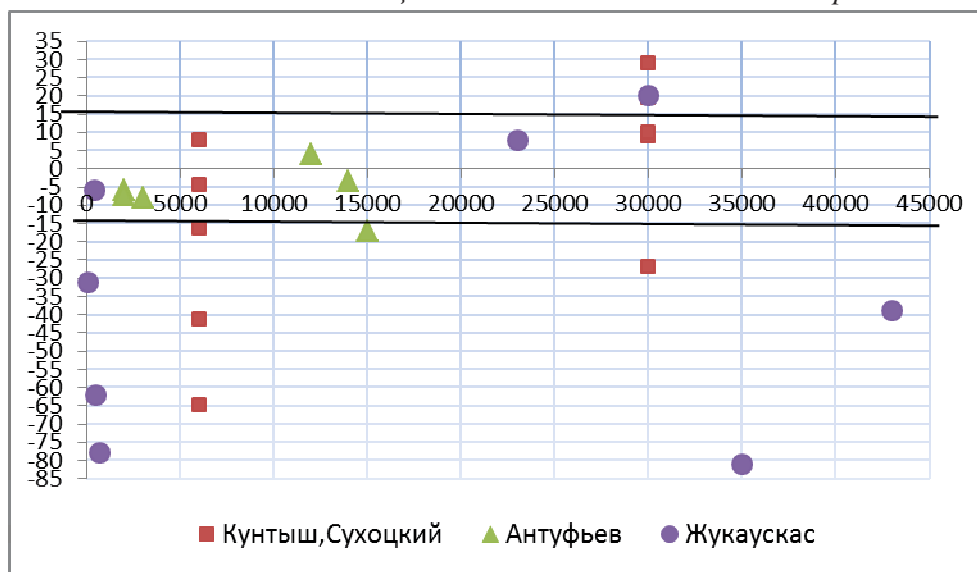


Рисунок 2 - Сравнение по уравнению Шмидта:

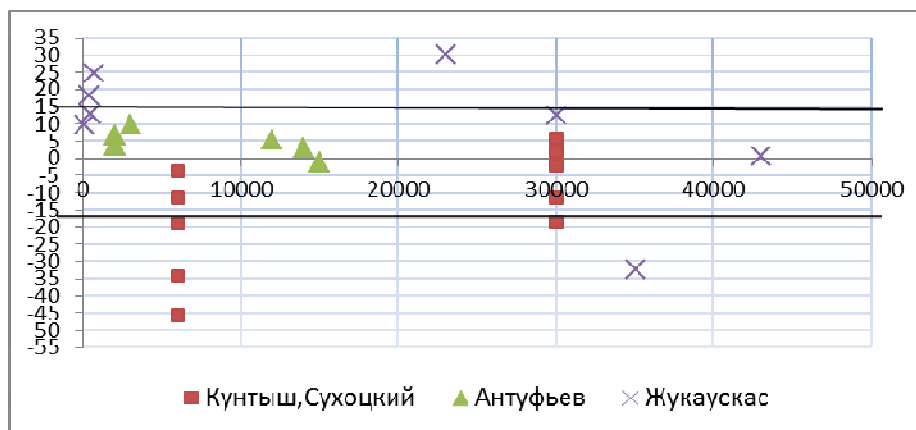


Рисунок 3 – Сравнение с уравнением КПИ-ЦКТИ

Вывод: из графиков видно, что для расчета теплообмена в пучках из низкоробристых труб следует применять уравнения АГТУ-АЛТИ и КПИ-ЦКТИ. Рассеивание точек при расчетах приблизительно одинаковое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кунтыш В.Б. Примеры расчетов нестандартизованных эффективных теплообменников. / В.Б. Кунтыш, А.Н. Бессонный – СПб.:Недра,2000-300с.
2. Кунтыш В.Б., Сухоцкий А.Б. Пиир А.Э. Конвективная теплоотдача шахматных пучков труб с различной высотой спирального алюминиевого ребра в поперечном потоке воздуха. /Весці нацыянальнай акадэміі навукі беларусі №3 Минск -.2012
3. Юдин В.Ф. Теплообмен поперечно-ребренных труб. СПб., 1982.