



ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

[Главная](#)

[Содержание](#)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
Институт энергетики

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

8-10 декабря 2021 года

Памяти доктора технических наук, профессора В.Г. Каширских

Конференция проводится в рамках проведения Года науки и технологий в Российской Федерации и празднования 300-летия Кузбасса

Кемерово 2022

© КузГТУ, 2022

ISBN 000-0-00000-000-0

УДК 621.1

А.И. ХАЙБУЛЛИНА, к.т.н., доцент (КГЭУ)
А.Р. ХАЙРУЛЛИН, аспирант (КГЭУ)
М.А. ВЛАСОВА, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ)
г. Казань

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ПУЧКЕ ТРУБ

В работе проведено экспериментальное исследование влияния пульсаций потока на теплообмен в пучке труб. В данной работе пульсации потока имеют несимметричный характер. Такие пульсации показали свою эффективность по сравнению с симметричными пульсациями [1-4].

Эксперимент по теплообмену проводился в пучке труб (рис. 1) при стационарном течении с числом Рейнольдса $Re=500$ и числом Прандтля $Pr=5$. Режимные параметры пульсаций были следующие: частота $f=0,1-0,8$; амплитуда; $A/D=0,4-10$; число Струхала $Sh=0,02-0,2$, скважность $\Psi = 0,35$. Относительный продольный и поперечные шаги пучка $S/d = 1,3$.

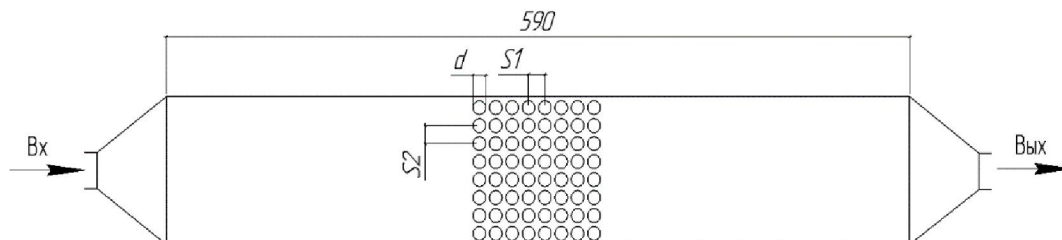


Рис.1. Схема расположения труб в теплообменнике
 d – диаметр трубки, $d = 10$ мм; S_1, S_2 – шаг трубки; $S_1, S_2 = 13$ мм;
количество трубок 64 (8x8)

Определена методика проведения расчета теплообмена при стационарном и пульсационном течении. Методика расчета основана на косвенном определении теплоотдачи по тепловому балансу, основному уравнению теплопередачи и по критериальному уравнению для расчета теплоотдачи внутри труб. Адекватность данной методики подтверждена совпадением с экспериментальными данными других авторов. В среднем отклонение при стационарном течении составило не более 3%.

Определены зависимости интенсивности теплообмена и прироста интенсивности теплообмена от относительной амплитуды пульсаций. Интенсивность теплообмена возрастает с увеличением относительной амплитуды пульсаций, однако когда амплитуда доходит до значения 16 рост интенсификации замедляется (рис.2).

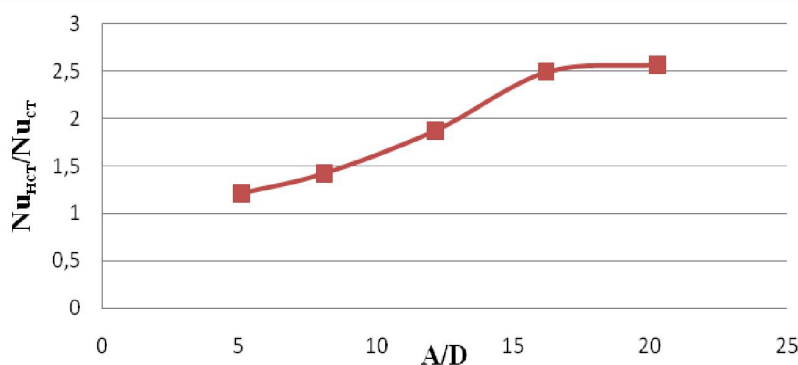


Рис. 2. Зависимость $Nu_{нст}/Nu_{ст}$ от A/D

Определены зависимости интенсивности теплообмена и прироста интенсивности теплообмена от числа Струхала. Интенсивность теплообмена возрастает с увеличением числа Струхала. При числе Струхала $Sh=0,2$ интенсивность теплообмена $Nu=65$ (рис.3). При числе Струхала $Sh=0,2$ прирост интенсивности теплообмена $Nu_{нст}/Nu_{ст}=3,2$ (рис.4).

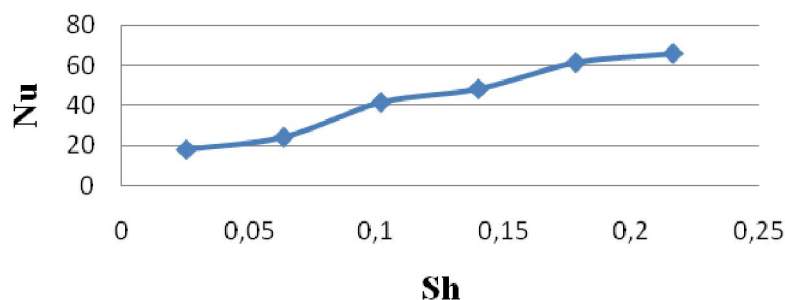


Рис. 3. Зависимость Nu от Sh

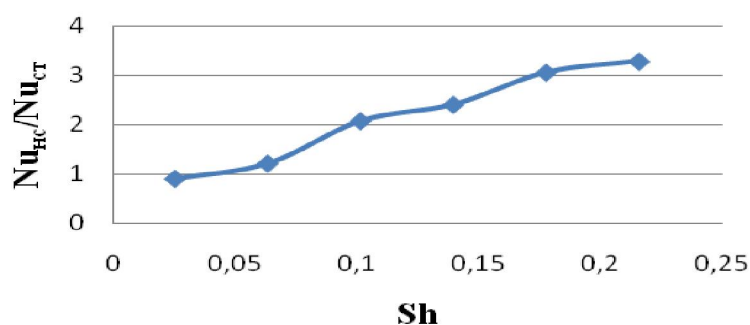


Рис.4. Зависимость $Nu_{нст}/Nu_{ст}$ от Sh

По результатам экспериментальных данных была получена обобщающая зависимость для расчета степени интенсификации в коридорном пучке труб:

$$\frac{Nu_{нст}}{Nu_{ст}} = 4,66 \cdot Sh^{0,664} \cdot \left(\frac{A}{D}\right)^{0,399}$$

Критериальное уравнение было получено методом множественной линейной регрессии. Средняя погрешность с экспериментальными данными составляет 8,89%. При этом коэффициент корреляции $R^2=0,93$. Уравнение действительно при следующих параметрах: $Pr=5$; $A/D=5-20$; $Sh=0,02-0,2$; $S/d=1,3$; $\Psi=0,35$ при числе Рейнольдса $Re=500$.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 18-79-10136, <https://rscf.ru/project/18-79-10136/>.

Список литературы:

1. Савельева А.Д. Исследование интенсивности теплообмена в пучках труб при наложении пульсаций: маг. дис. Казань, КГЭУ, 2021. 63 с.
2. Хайбуллина А.И. Повышение эффективности теплообменных аппаратов наложением на поток в межтрубном пространстве низкочастотных пульсаций: дис. ... канд. тех. наук. Казань, КГЭУ, 2017. 229 с.
3. Хайбуллина А.И., Ильин В.К. Экспериментальное исследование внешней теплоотдачи при поперечном обтекании коридорного пучка труб при $Re \leq 500$ с наложением на поток низкочастотных несимметричных пульсаций // Известия ВУЗов «Проблемы энергетики», 2014. № 1-2. С.11-19.
4. Хайбуллина А.И., Хайруллин А.Р., Ильин В.К. Теплообмен в проточном канале с пучком труб коридорного расположения при наложении на поток жидкости противоточных низкочастотных несимметричных пульсаций // Известия ВУЗов «Проблемы энергетики». 2016. №11-12. С.64-75.

Информация об авторах:

Хайбуллина Айгуль Ильгизаровна, к.т.н., доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» КГЭУ, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, haybullina.87@mail.ru

Хайруллин Айдар Рафаэлевич, аспирант кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» КГЭУ, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, kharullin@yandex.ru

Власова Маргарита Андреевна, студент гр. ЭОм-1-21 кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» КГЭУ, 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д.51, vlasovarita1999@gmail.com