ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В МЕЖТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Бектурсынов Атабек Махамбетович
магистрант
Каракалпакского Государственного университета им. Бердаха
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: bektursynov82@list.ru

Бердимбетов Саламат Бахытбаевич
магистрант
Каракалпакского Государственного университета им. Бердаха
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: bektursynov82@list.ru

Юсупова Надира Кайпбаевна
д-р физ.-техн. наук. доцент
Каракалпакского Государственного университета им. Бердаха
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: nadira_87@mail.ru

INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN THE INTERTUBE SPACE SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGERS

Atabek Bektursınov
Master student
of Karakalpak State university named after Berdakh
Republic Uzbekistan, Nukus

Salamat Berdimbetov
Master student
of Karakalpak State university named after Berdakh
Republic Uzbekistan, Nukus

Nadira Yusupova
PhD of technical sciences, docent
of Karakalpak State university named after Berdakh
Republic Uzbekistan, Nukus

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию шага спиральных перегородок в межтрубном пространстве на интенсивность теплообмена при течении воды в кожухотрубчатом аппарате.

ABSTRACT

The article presents the results of experimental studies on the effect of the pitch of spiral baffles in the annular space on the intensity of heat transfer during water flow in a shell-and-tube apparatus.

Ключевые слова: теплоотдача, конвекция, теплоноситель, плотность, Рейнольдс, Нуссельт.
Keywords: heat transfer, convection, coolant, density, Reynolds, Nusselt.

Общеизвестно, что теплообменные аппараты широко используются в различных отраслях народного хозяйства нашей страны и во всем мире. Особенно много теплообменников применяются в химической, нефте-и газоперерабатывающих, нефтехимической, пищевой, энергетике, холодильной и криогенной технике, в системах отопления и горячего водоснабжения, кондиционирования и других производствах [1,2].

Так, например, химической и нефтеперерабатывающих предприятиях, доля теплообменной аппаратуры составляет 40%. В пищевой промышленности теплообменники составляют в среднем по массе и стоимости 15-20% от общего объема оборудования

Библиографическое описание: Бектурсынов А.М., Бердимбетов С.Б., Юсупова Н.К. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В МЕЖТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 6(99). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13880

и около 30% в нефтехимическом производстве. На теплообменные аппараты приходится также значительная доля эксплуатационных расходов, связанная с амортизационными отчислениями, расходами на осмотр, ремонт и очистку от загрязнений [3].

Статистический анализ надежности химического оборудования показывает, что теплообменники всех типов относятся к малонадежному оборудованию. Вместе с тем, на изготовление теплообменников расходуется огромное количество цветных и легированных металлов [4].

Проблема рационального и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших задач. С ростом энергетических мощностей и объемов производства, все более увеличиваются производительность, габариты и массы используемых теплообменных аппаратов. На их производство расходуется огромное количество различных и дорогостоящих металлов. Значительную экономию топлива, энергии, металла и затрат труда должно обеспечивать создание более эффективных и компактных теплообменников.

Уменьшение массы и габаритов теплообменных аппаратов является актуальной проблемой. Естественно, самый перспективный путь решения данной проблемы – интенсификация теплообмена при нагревании или охлаждении. Для интенсификации теплообмена применяют турбулизаторы или ребра, разрушающие пристенный пограничный слой, закрутку потока или вращение поверхности теплообмена [5].

Вышеназванные методы интенсификации показали высокую эффективность, но практические их применение затруднено по ряду причин. Одной и основных причин является не технологичность ее изготовления, а также снижение прочности, дополнительный расход металла, громоздкость, солеотложение на теплообменной поверхности и сложность ее очистки, эксплуатационные сложности и т.д. Все эти причины существенно снижают возможности выбора метода интенсификации.

Тщательный анализ многочисленных исследований показал, что при конденсации паров перспективны только те методы, которые позволяют уменьшить толщину пограничного пристенного слоя, интенсифицировать теплообмен как снаружи, так и внутри труб, технологичны и не требуют дополнительных затрат металла и т.д.

В работе [1] приведены конструкции многих современных способов и устройств для интенсификации теплообмена с обеих сторон труб. Но наиболее приемлемым по всем параметрам являются трубы с кольцевыми и спиральными канавками, витые трубы и трубы типа «диффузор - конфузор». Но изготовление последнего технологически сложно, и поэтому, его применение сопряжено с большими трудностями. Остальные теплообменные трубы отличаются высокой технологичностью, простотой конструкции и не меняют процесс сборки теплообменных аппаратов. Особенно интересны витые трубы, трубы с кольцевыми и спиральными канавками, т.к. они обеспечивают опережающий рост интенсивности теплообмена по сравнению с ростом гидравлического сопротивления [1] и имеют существенные преимущества по сравнению с другими методами.

Результаты экспериментальных исследований по влиянию шага спиральных перегородок в межтрубном пространстве на интенсивность теплообмена при течении воды в кожухотрубчатом аппарате (рис.1).

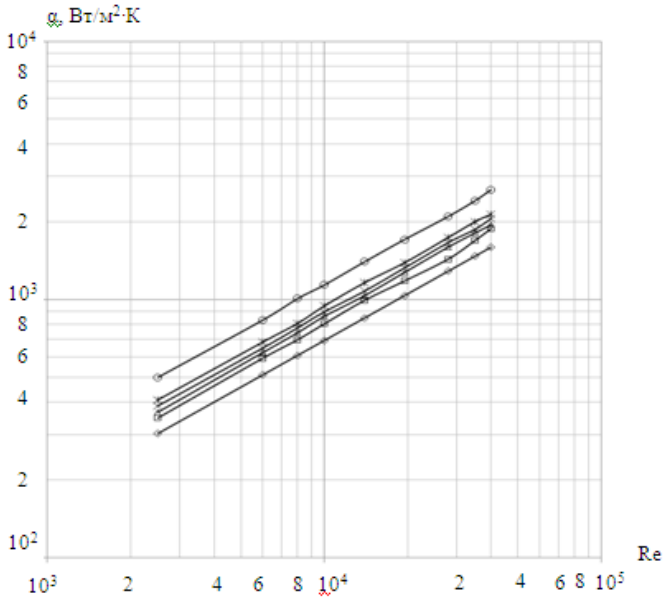

Рисунок 1. Влияние числа Рейнольдса на коэффициент теплоотдачи при нагревании воды в кожухотрубчатом теплообменнике ◊ - сегментная перегородка [2]; □- спиральная перегородка S/D=1,15; Δ- S/D =1,2; × - S/D=1,4; ✱- S/D=1,55; ○- S/D=1,7

Обработка и обобщение опытных данных произведено по известной формуле [2]:

$$Nu = 1{,}72 \cdot \mathrm{Re}^{0.6} \cdot \mathrm{Pr}^{0{,}23} \cdot d_{экв} \qquad (1)$$

Соответственно, коэффициент теплоотдачи вычислялся из критерия Нуссельта:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} \qquad (2)$$

Так, с ростом скорости потока жидкости эффективность переноса тепла возрастает. Известные результаты по теплоотдаче при течении воды через сегментные перегородки в межтрубном пространстве кожухотрубчатого аппарата показывают, что функция зависимости коэффициента теплоотдачи от числа Рейнольдса имеет тенденцию умеренного роста.

Например, при числе Рейнольдса Re=2500 величина коэффициента теплоотдачи α равна 302,3 Вт/м^2·К, при Re=8000 значение коэффициента теплоотдачи α=607,4, при Re=19500 коэффициент α=1036,7 и соответственно, при Re=40000 – α=1595,3. Как видно, увеличение числа Рейнольдса с 2500 до 40000 ведет к повышению коэффициента теплоотдачи в 5 раз. Эти данные хорошо совпадают с данными, полученными по формуле (1) и (2).

С целью улучшения омывания жидкостью трубного пучка и ликвидации застойных зон в межтрубном пространстве предложена спиральная конструкция перегородок для межтрубного пространства кожухотрубных теплообменников. Экспериментальные исследования показали снижение гидравлического сопротивления относительно сегментных перегородок, а также ликвидации застойных зон внутри аппарата. Наряду с этим, повысилась теплоотдача, т.е. перенос тепла (рис.1).

Из рис.1 видно, что с увеличением шага S/D спирали (где S-шаг спирали; D-внутренний диаметр кожуха аппарата) интенсивность теплоотдачи повышается. При числе Рейнольдса Re=10000 при S/D=1,15 значение коэффициента теплоотдачи равен 805,5 Вт/м^2·К, при S/D=1,4 величина коэффициента теплоотдачи равна 895,8 и при S/D=1,7 численное значение коэффициента теплоотдачи равно 1138,8. Сравнение данных по теплоотдаче при числе Рейнольдса Re=10000 показывает прирост значения α в 1,4 раза, а при сопоставление с данными для сегментных перегородок – в 1,64 раза.

В заключении следует отметить целесообразность применение перегородок предложенной конструкции при создании высокоэффективных теплообменных аппаратов.

Список литературы:

1. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. – М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.
2. Дрейцер Г.А. О некоторых проблемах создания высокоэффективных трубчатых теплообменных аппаратов // Новости теплоснабжения, 2004. - №5. – С.37-52.
3. А.В. Туркин, А.Г. Сорокин, О.Н. Брагина и др. Интенсификация теплообмена при помощи лунок в плоском канале при низких скоростях движения воздуха // ММФ-92. – Минск, 1992. – Т. 1. – Ч. 1. – С. 53-55.
4. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимевий технология асосий жараен ва курилмалари. – Т.: Шарк, 2003. – 644 б.
5. Юсупова Н.К. Технология получения строительного битума из нефтяных шламов. дисс. докт.фил. (PhD) технических наук, Ташкент-2021. – 101 с.