

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАГРЕВЕ РАСТВОРА $\text{NH}_2\text{COONH}_4$
В ТЕПЛООБМЕННИКЕ С ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫМИ ТРУБАМИ****Курбанов Жахонгир Хамитович***ассистент, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: jahon_17@mail.ru***Давлятова Зулфия Муратовна***ассистент, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана***Эргашев Азизбек Авазхон ўгли***ассистент, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана***Абролов Анваржон Адхамжонович***Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана***Омонбаева Гулзода Ботиржон кизи***магистрант, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана***HEAT EXCHANGE AT HEATING $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ SOLUTIONS IN A HEAT EXCHANGER
WITH HIGH PERFORMANCE PIPES****Jakhongir Kurbanov***assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Ferghana***Zulfiya Davlyatova***assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Ferghana***Azizbek Ergashev***assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Ferghana***Anvarjon Abrolov***Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Ferghana***Gulzoda Omonboyeva***master, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Ferghana***АННОТАЦИЯ**

Подобные проблемы характерны химической, пищевой, нефтяной, металлургической и многим другим отраслям промышленности, где используются разнообразные теплообменные аппараты. Оптимальное решение этих проблем являются интенсификация теплообмена при течении жидкостей в каналах.

ABSTRACT

Similar problems are characteristic of the chemical, food, oil, metallurgical and many other industries, which use a variety of heat exchangers. The optimal solution to these problems is the intensification of heat transfer during the flow of fluids in the channels.

Ключевые слова: турбулентный поток, теплообмен, кожухотрубчатый теплообменник, гидравлическая сопротивляемость.

Keywords: turbulent flow, heat transfer, shell-and-tube heat exchanger, hydraulic resistance.

В химической, пищевой и нефтеперерабатывающих предприятиях теплообменники составляют основу оборудования, и их доля по массе достигает до 35÷40% от всех применяемой аппаратуры.

В змеевиках, спиральных, и т.п. теплообменниках также наблюдается интенсификация теплообмена, т.к. в криволинейных каналах под воздействием центробежных сил развиваются винтообразные вихревые структуры, охватывающие все сечения канала. Кроме того, при достаточно крутых поворотах с последующими прямыми участками (змеевиковые и многоходовые теплообменники) могут возникать отрывные зоны с системой двумерных и трехмерных вихрей в них. На вогнутой стенке вследствие потери устойчивости пристенных слоев может возникать система винтообразных вихрей с противоположными направлениями вращения. В турбулентных потоках все это ведет к дополнительной турбулизации всего потока, росту теплоотдачи и гидравлического сопротивления.

Однако наличие в криволинейных каналах макро вихрей, охватывающее все течение, приводит к существенно неравномерному распределению местной теплоотдачи по периметру криволинейного канала. Это явление зависит также от величины и направления теплового потока. Результаты исследований теплообмена и гидравлического сопротивления в криволинейных каналах сравнительно подробно излагаются в работе [1].

Во всех вышеперечисленных методах производилась турбулизация всего потока. Такой путь интенсификации приводит к неоправданно большим потерям давления.

Эта проблема была специально проанализирована Э.К. Калинин [2], на основе подробного изучения опытных данных по структуре турбулентного потока. Стремление интенсифицировать перенос тепла и создать эффективные теплообменные аппараты позволили изобрести ученым новые виды кожухотрубчатых теплообменных аппарата, доля которых по всей массе подобного оборудования достигает до 80%. Только применение способов интенсификации, сопровождающиеся умеренным повышением гидравлического сопротивления позволяет уменьшить габаритные размеры и массу теплообменных аппаратов, снизить металлоемкость и себестоимость, использовать в теплоносители, содержащие различные примеси и т.д.

Применение спирально-скрученных проволочных турбулизаторов дает положительные результаты только в тех случаях, когда нет ограничений на увеличение мощности на прокачку теплоносителя.

В змеевиковых теплообменниках также наблюдается интенсификация теплообмена, так как в криволинейных каналах под воздействием центробежных сил развиваются винтообразные вихревые потоки, распространяющиеся на всё сечение каналов.

В работе Щукина В.К. подробно изучен теплообмен и гидравлические потери в трубах с завихрителем. Установлено, что такой способ позволяет увеличить перенос тепла, но при этом существенно возрастает гидравлическое сопротивление [1].

Вышеприведенные методы интенсификации позволяют турбулизировать весь поток теплоносителя. Как правило, подобные методы интенсификации приводят к большим потерям давления. Теоретический анализ структуры турбулентного потока позволил, как оптимальный способ, выбрать метод интенсификации путем искусственной турбулизации потока.

Анализ, проведенный термического сопротивления отдельных слоев трехслойной схемы развитого турбулентного потока, показал, что при $Re = 10^4$ термическое сопротивление распределяется следующим образом: вязкий подслой –32,3 %; промежуточная зона – 52 %; турбулентное ядро –16,7%. Следовательно, требуется турбулизировать пристанную зону течения жидкости.

Калинин Э.К. с сотрудниками выявили, что можно увеличить теплоотдачи в пристенном слое, практически не изменяя его в ядре потока. Это можно достичь путем создания малых отрывных зон, расположенные на определенном расстоянии по длине канала. Подобные отрывные зоны можно создать, разместив на стенке поперек потока плавные выступы [2].

Поэтому, исследование по интенсивности теплообмена проведены на гладких и накатанных трубах. Исследованы накатанные трубы с отношением диаметра канавки d к наружному диаметру трубы $d/D=0,92\div 0,96$ и относительным шагом $t/D = 0,5$. Число Рейнольдса заменялось в пределах $Re = (1\div 4) \cdot 10^4$.

Расчет интенсивности теплообмена для гладкой трубы осуществлялся по известной формуле,

$$Nu = 0,0216 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,445} \quad (1)$$

В данной формуле определяющей температурой является среднemasсовая температура жидкости.

Как видно в рис.1 опытные данные (привал 1) хорошо согласуются с известными данными.

Степень интенсификации теплообмена при нагреве раствора карбамида вычислялась через отношение Nu/Nu_0 , который имеет вид

$$\frac{Nu}{Nu_0} = [100 \cdot (1 - \frac{d}{D})]^{0,445} \quad (2)$$

Из рис.1 видно, что с ростом скорости теплоносителя интенсивность, теплообмена возрастает как на гладкой, так и на накатанной трубе. Так, при $Re = 10^4$ для гладкой трубы значение $Nu = 30,5$, а для

трубы с $d/D = 0,92$ величина интенсивности теплообмена $Nu = 76,7$, для трубы с $d/D = 0,94$, $Nu = 67$ и соответственно для трубы с $d/D = 0,96$ – $Nu = 56,5$.

Следовательно, интенсификация теплообмена существенна и достигает от 1,8 до 2,5 раза.

На рис.2 приведены результаты по гидравлическому сопротивлению в виде функции $\zeta/\zeta_0 = f(Re)$. Анализ графика показывает, что при всех значениях

d/D зафиксирован довольно-таки небольшой рост численных значений ζ/ζ_0 . Так, с ростом чисел Re от 10^4 до $Re=4 \cdot 10^4$, при $d/D=0,96$ величина гидравлического сопротивления ζ/ζ_0 возрастет с 2,09 до 2,32. При аналогичных режимных параметрах и $d/D=0,92$ гидравлическое сопротивление имеет значения соответственно с $\zeta/\zeta_0=4,65$ повышается до $\zeta/\zeta_0=5,23$.

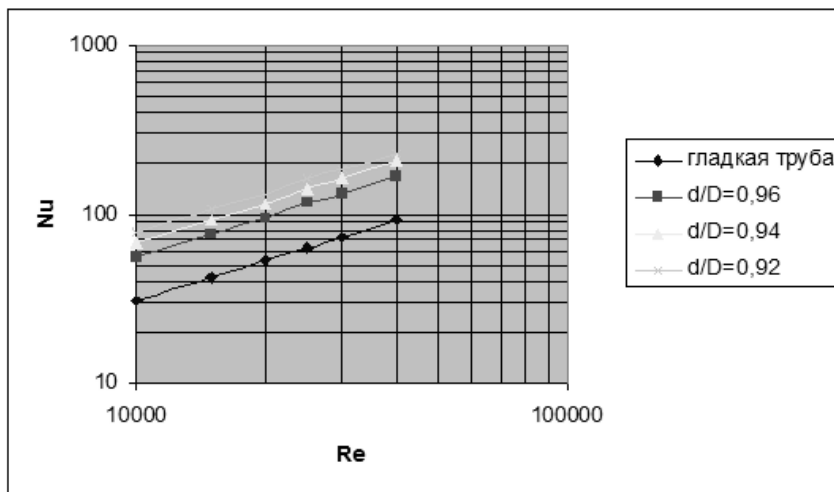


Рисунок 1. Влияние числа Re на интенсивность теплообмена при нагреве NH_2COONH_4 при шаге дискретно расположенных диафрагм $t/D=0,5$

Видно, что при росте числа Re в 4 раза, гидравлическое сопротивление возросло при $d/D=0,92$ соответственно - на 12,5%. Величина d/D так влияет на ζ/ζ_0 . С ростом d/D , т. е. высоты выступа гидравлическое сопротивление при $Re=10^4$ возросло с 2,09 до

5,23, а при $Re=1 \cdot 10^4$ с 2,32 до 5,23. Рост гидравлического сопротивления при повышении числа Re в 4 раза составил $2,25 \div 2,5$ раза.

Высокая степень интенсификации в первую очередь обусловлена турбулизацией пристенного вязкого подслоя.

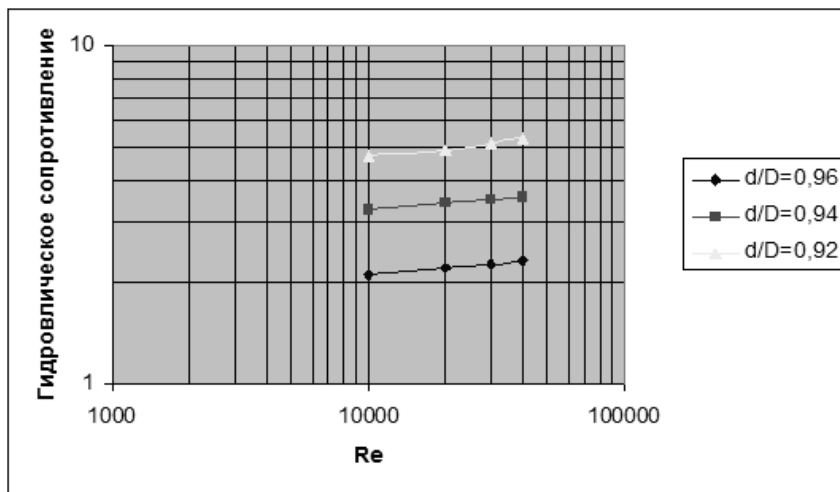


Рисунок 2. Влияние числа Re на относительный коэффициент гидравлического сопротивления при шаге дискретно расположенных диафрагм $t/D=0,5$

Причиной тому высота дискретно выполненных диафрагм, с плавно очерченным профилем. Подобные диафрагмы являются удобообтекаемыми, и поэтому наблюдается относительно умеренный рост

гидравлического сопротивления при интенсификации теплообмена до 2,5 раза.

Список литературы:

1. Щукин В. К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в поле массовых сил. – М.: Машиностроение, 1980. – 331 с.
2. Калинин Э. К. и др. Интенсификация теплообмена в каналах. – М.: Машиностроение, 1981. - 205 с.
3. Королев А.Ю., Гулямова Н.У. Интенсификация теплообмена при охлаждении воздуха в холодильниках с витыми трубами // Сборник трудов научно-технической конференции «ТХТИ – 2004». –Ташкент: - с.143-147.
4. Усманов Б.С., Медатов Р.Х., Мамажонов И.Р. Интенсификация теплообмена при течении HNO_3 в трубах с кольцевыми турбулизаторами// *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2019. № 10(67). С 35-37. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7999>
5. Экспериментальные установки для исследования теплоотдачи при конвективном теплообмене // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* Медатов Р.Х. [и др.]. 2019. № 11(68). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8167>