

УДК 536.24

Основные методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках

Акатушев Алексей Валерьевич^(*)

Akatushevav@vsk.sibur.ru

Сидельников Павел Александрович

Sidelnikovpa@vsk.sibur.ru

АО «Воронежсинтезкаучук», Воронеж, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные методы интенсификации конвективного теплообмена в теплоэнергетических установках с применением сложных и развитых поверхностей для интенсификации теплообмена. Актуальной проблемой в промышленности является уменьшение габаритов теплоэнергетических установок. Путем решения этой проблемы является интенсификация теплообмена. Разработанные к настоящему времени методы интенсификации теплообмена позволяют снизить массу и габариты установок в 1,5...2 раза по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми устройствами при одинаковой тепловой мощности. Сделаны выводы.

Ключевые слова: интенсификация теплообмена, развитые поверхности теплообмена, турбулизация потока, энергоэффективность

Введение. Интенсификация теплообмена и повышение энергетической эффективности теплообменных аппаратов представляют большой интерес и имеют огромное народнохозяйственное значение. Исследования интенсификации теплообмена осуществляются в различных странах, причем в заметно возрастающем темпе. Необходимо отметить, что проведенные в бывшем СССР исследования внесли значительный вклад в решение этой проблемы, особенно в создание практически реализуемых методов интенсификации теплообмена [1]. И только практической незаинтересованностью промышленности во внедрении высокоэффективных теплообменных аппаратов и в экономии металла можно объяснить слабое внедрение отечественных разработок в народное хозяйство.

Постановка задачи. В настоящее время предложены и исследованы разнообразные методы интенсификации теплообмена. К ним относятся следующие способы: повышение скорости движения теплоносителя, увеличение радиационной составляющей, увеличение центров парообразования при кипении, уменьшение термического сопротивления пленки конденсата при конденсации, применение турбулизаторов потока на поверхности, закрутка потока спиральными ребрами, шнековыми устройствами, завихрителями, установленными на входе в канал, применение развитых поверхностей за счет оребрения, подмешивание к потоку жидкости газовых пузырей, а к потоку газа — твердых частиц или капель жидкости, вращение или вибрация поверхности теплообмена, пульсация теплоносителя, воздействие на поток электростатических полей, отсос потока из пограничного слоя [1–3]. Эффек-

тивность данных способов интенсификации различна. Необходимо отметить, что при выборе на практике того или иного метода интенсификации теплообмена приходится учитывать не только эффективность самой поверхности, но и ее универсальность для различных однофазных и двухфазных теплоносителей, технологичность изготовления поверхности, технологичность сборки теплообменного аппарата, прочностные требования, загрязняемость поверхности, особенности эксплуатации [3]. Все эти обстоятельства существенно снижают возможности выбора одного из многочисленных исследованных методов интенсификации.

Результаты. Одним из наиболее эффективных и исследованных способов интенсификации теплообмена является использование кольцевых диафрагм (рис. 1) [1]. Накатка кольцевых канавок достаточно технологична, так как не увеличивает наружный диаметр труб и позволяет использовать данные трубы, не меняя существующей технологии сборки теплоэнергетических установок. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулизируют поток в пристенном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб. Применение развитых поверхностей такого типа позволяет интенсифицировать поток с обеих сторон поверхности теплообмена, что особенно выгодно для систем «жидкость — жидкость» без фазового перехода сред [1].

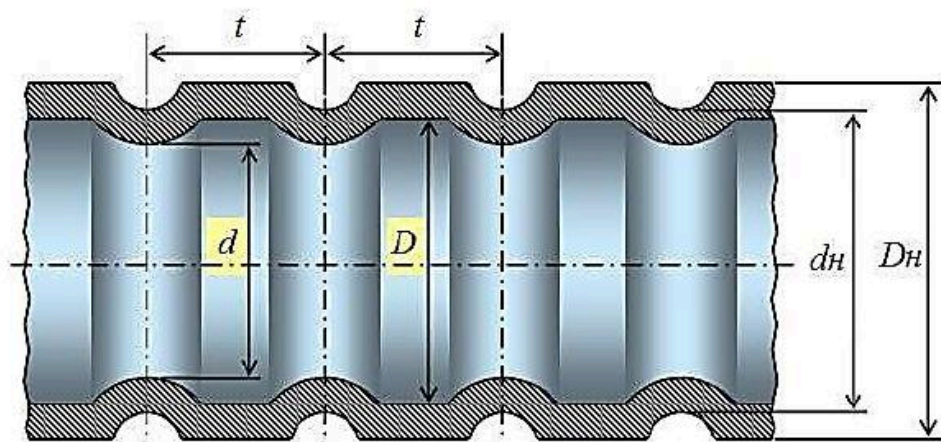


Рис. 1. Продольный разрез трубы с кольцевыми диафрагмами

Также теплообмен интенсифицируют закруткой потока с помощью винтовых вставок [2]. При закрутке потока местные пристеночные скорости увеличиваются, и общее течение изменяется. Закрутка потока происходит за счет использования закрученных лент и шнеков (рис. 2) [2]. При этом закручивание поддерживается по всей длине трубы, обеспечивая постоянство соотношения тангенциальной и осевой составляющей скорости.

При закрутке потока жидкость перетекает от стенок трубы к центру. Кроме того, жидкость из пограничного слоя проникает в ядро потока. Закрутка потока приводит к возникновению вихревых областей, которые способствуют усилению теплообмена и совместно с действием центробежных сил

уменьшают толщину пограничного слоя. Вихревые вставки позволяют получить турбулентное течение потока при меньших числах Рейндольдса. Однако столь сложные с точки зрения геометрии поверхности, предъявляют повышенные требования к качеству сред или применение отличных от традиционных подходов к очистке этих поверхностей.

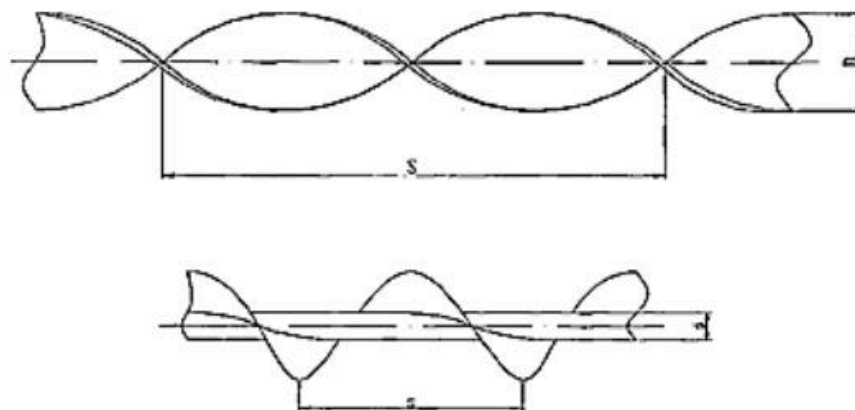


Рис. 2. Закрученная лента и шнек

Турбулентное течение теплоносителей в установке предпочтительнее, так как оно обеспечивает выгодное соотношение между уровнем теплообмена и величиной потерь давления по сравнению с ламинарным режимом.

Следующим способом интенсификации теплообмена является использование спиральных выступов и пружинных вставок в каналах [2]. В трубах со спиральными выступами интенсификация обусловлена совместным действием двух факторов: турбулизацией и разрушением пристеночного слоя течения выступами и закруткой действием выступов. Интенсифицирующее воздействие частичной закрутки течения низким выступом (только пристеночной зоны) реализуется через увеличение пристеночной скорости потока. Этот способ следует отнести к комбинированным способам интенсификации пристеночного теплообмена, так как на поток одновременно действует турбулизация и закрутка.

Повысить теплообмен можно использованием интенсификаторов типа «диффузор — конфузор» (рис. 3) [2]. При этом в трубки теплоэнергетических установок состоят из участков конфузоров и диффузоров, которые изготавливаются путем накатки специальными роликами. Из условия получения потока с нестационарными отрывными явлениями выбираются углы расширения конфузоров и диффузоров. Такие отрывы интенсифицируют теплообмен.

Интенсификация теплообмена реализуется следующим образом: турбулентность генерируется в диффузорной области и благоприятно воздействует в конфузорной области.

Теплообмен при использовании данных типов труб возрастает приблизительно в 1,5 раза [2]. Трубы типа «конфузор — диффузор» выгодно применять при ламинарном и переходном режимах течения теплоносителей.

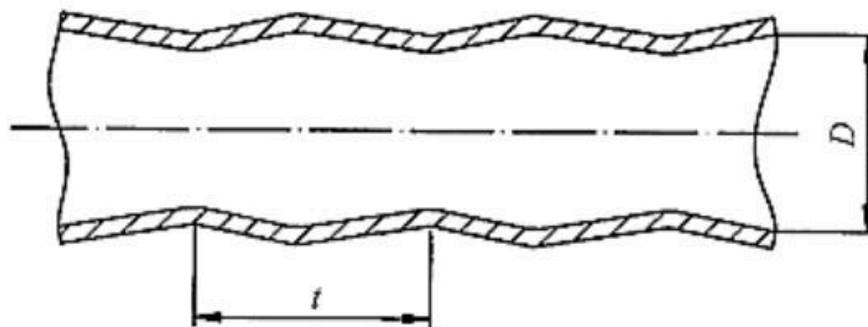


Рис. 3. Продольный разрез трубы типа диффузор — конфузор

Закключение. Перечисленные способы отличаются технологичностью изготовления поверхности, а также интенсификации теплообмена технологичностью сборки самого аппарата. Области применения приведенных способов различны и будут зависеть от агрегатных состояний теплоносителей, режимов течения, склонность среды к образованию отложений на поверхностях теплообмена.

Список источников

- [1] Кишкин А.А, Краев М.В., Зуев А.А. Интенсификация теплообмена. *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева*, 2005, № 4, с. 130–134.
- [2] Кузьма-Китча Ю.А. *Интенсификация тепло и массообмена в энергетике*. Москва, ФГУП «ЦНИИатоминформ», 2003, 232 с.
- [3] Щербаченко И.К. *Исследование интенсификации теплообмена в трубах с кольцевыми турбулизаторами плавной конфигурации*. Москва, Изд-во МЭИ, 2003, с. 151–154.