

УДК 536.25:620.98

Влияние угла наклона трубы с винтовым оребрением различной высоты на свободно-конвективный теплообмен

Данильчик Е.С., Сухоцкий А.Б.

Белорусский государственный технологический университет»

Аннотация:

Проведены экспериментальные исследования влияния угла наклона трубы с винтовым оребрением различной высоты на свободно-конвективный теплообмен. Исследовались углы $\gamma = 0, 15, 30, 45, 60$ и 90° . Получены графические зависимости в виде чисел подобия $Nu = f(Ra)$. Установлено, что увеличение угла наклона оребренной трубы от 0 до 90° сопровождается снижением теплоотдачи, при чем характер ее снижения для труб с различной высотой оребрения различается.

Текст доклада:

Одним из наиболее распространенных направлений в повышении эффективности теплообменных аппаратов является увеличение поверхности теплообмена путем оребрения труб. Исключительно широкое применение в промышленности и технике получили биметаллические ребристые трубы (БРТ) с круглыми винтовыми алюминиевыми ребрами [1], изготавливаемые по разным технологиям.

Значительная часть теплообменников приходится на теплообменники воздушного охлаждения (ТВО), которые применяются в различных отраслях промышленности для конденсации и охлаждения технологических продуктов и энергоносителей. Данные теплообменники в основном эксплуатируются в режиме вынужденной конвекции воздуха, на привод которых затрачивается огромное количество электроэнергии. При некоторой температуре охлаждающего во ТВО можно перевести в режим свободной конвекции воздуха (энергосберегающий режим), благодаря частичному или полному отключению их вентиляторов при обеспечении нормативной тепловой мощности аппарата. Главным недостатком свободно-конвективного режима является малые коэффициенты теплопередачи и существенные габаритно-массовые характеристики теплообменных секций. Поэтому очень актуальны углубленные исследования эксплуатации ТВО в режиме свободной конвекции, которые связаны с разработкой энергоэффективной поверхности теплообмена ТВО в данном тепловом режиме. Важен также вопрос пространственного расположения данного теплообменника. Во многих случаях ось оребренной трубы расположена не горизонтально, а наклонена из-за технологических

ограничений прокачки теплоносителя или для уменьшения площади, занимаемой теплообменником.

В данной работе были проведены экспериментальные исследования влияния угла наклона трубы с винтовым оребрением различной высоты на свободно-конвективный теплообмен. Исследовались углы $\gamma = 0, 15, 30, 45, 60$ и 90° .

Геометрические размеры биметаллических оребренных труб были следующие: наружный диаметр $d = 56,0$ мм; диаметр трубы по основанию $d_0 = 26,8$ мм; высота ребра $h = 14,6$ мм; шаг ребра $s = 2,5$ мм; средняя толщина ребра $\Delta = 0,5$ мм; длина трубы $l_n = 330$ мм (теплоотдающая длина $l = 300$ мм), коэффициент оребрения трубы $\phi = 19,3$. Материал ребристой оболочки – алюминиевый сплав АД1М, материал несущей трубы – углеродистая сталь. Диаметр несущей трубы $d_n = 25$ мм, толщина стенки $\delta = 2$ мм. Для изменения высоты оребрения труб их ребра стачивались с помощью шлифования с образованием новых типов труб: II тип – $h = 12,0$ мм, $d = 50,8$ мм, $\phi = 15,1$; III тип – $h = 8,0$ мм; $d = 42,8$ мм; $\phi = 9,4$; IV тип – $h = 4,1$ мм; $d = 35,0$ мм; $\phi = 4,8$; V тип – $h = 2,0$ мм; $d = 30,8$ мм; $\phi = 2,8$.

Свободно-конвективная теплоотдача изучалась методом полного теплового моделирования. Центральная труба ряда являлась калориметром, на ней устанавливались необходимые датчики для измерения средней температуры у основания ребра трубы для вычисления приведенного коэффициента теплоотдачи. Схема экспериментальной установки, аппаратное оснащение ее измерительными приборами, методика и порядок проведения опытов изложены в [2]. Результаты экспериментального исследования свободно-конвективной теплоотдачи ребристых труб представлены на рис. 1 и рис. 2.

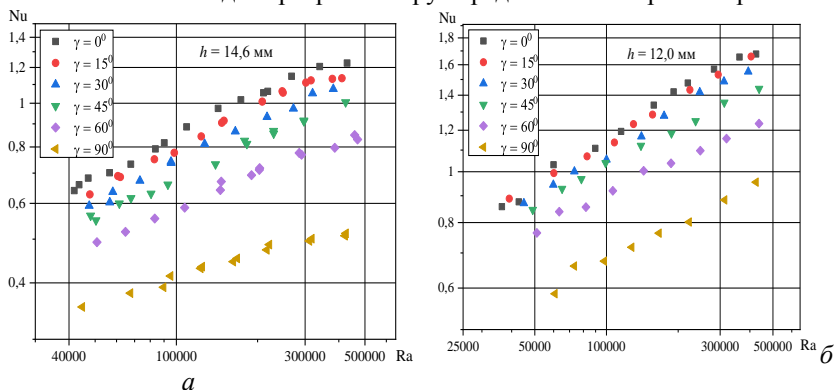


Рис. 1. Свободно-конвективная теплоотдача ребристых труб при углах наклона $\gamma = 0, 15, 30, 45, 60$ и 90° к горизонтальной плоскости с различными высотами ребра труб: $a - h = 14,6$ мм; $b - h = 12,0$ мм

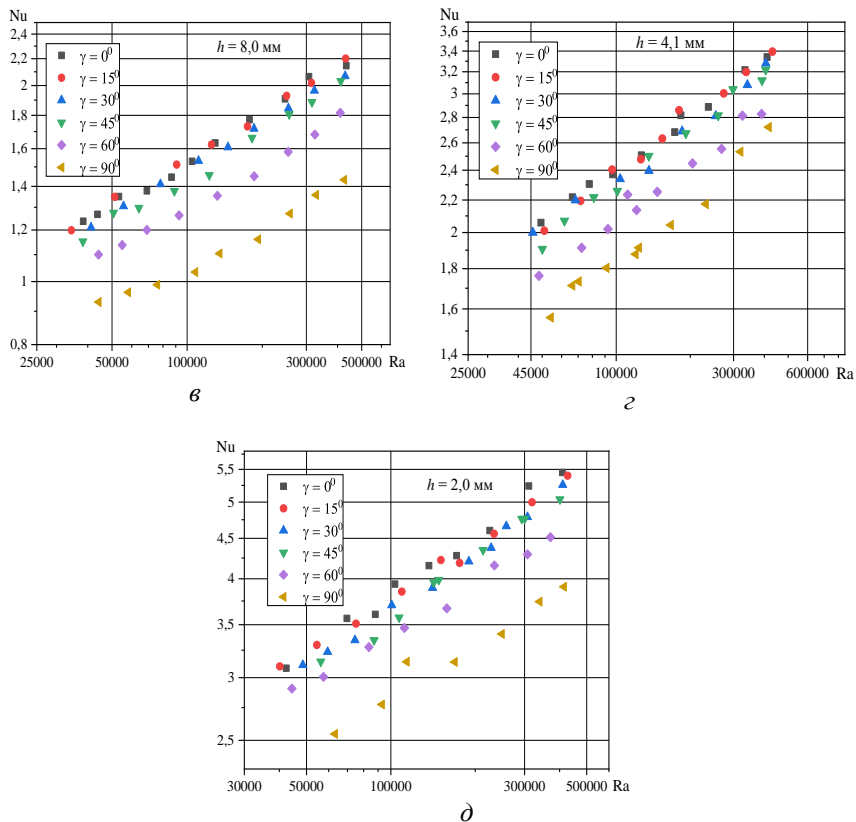


Рис. 2. Свободно-конвективная теплоотдача ребристых труб при углах наклона $\gamma = 0, 15, 30, 45, 60$ и 90° к горизонтальной плоскости с различными высотами ребра труб: $\epsilon - h = 8$ мм; $z - h = 4,1$ мм; $\delta - h = 2,0$ мм

Из рис. 1 и рис. 2, видно, что увеличение угла наклона оребренной трубы от 0 до 90° сопровождается снижением теплоотдачи, при чем характер ее снижения для труб с различной высотой оребрения различается. При этом теплоотдача при $\gamma = 15^\circ$ (в случае труб $ch = 8,0, 4,1$ и $2,0$ мм и при $\gamma = 30$ и 45°) очень близка к полученным ее значениям при $\gamma = 0^\circ$, а теплоотдача вертикальной оребренной трубы с различной высотой оребрения приблизительно в 2 раза хуже теплоотдачи горизонтальной трубы.

Литература

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения : справочник / А.Н. Бессонный [и др.] ; под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. – СПб. : Недра, 1996.– С. 28–37, 89–104.
2. Сухоцкий А.Б., Данильчик Е.С. Исследование свободноконвективного теплообмена оребренной трубы и однородного пучка при различных углах наклона труб к горизонтальной плоскости // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 2 (222). С. 272–279.
3. Сухоцкий, А.Б. Исследование влияния угла наклона оребренной трубы и однородного пучка на свободно-конвективный теплообмен / А.Б. Сухоцкий, Е.С. Данильчик // Химическая технология и техника : материалы докладов 83-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 4–15 февраля 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 74–75.
4. Данильчик, Е.С. Интенсификация свободно-конвективной теплоотдачи круглоребристой трубы и однородного пучка из этих труб с различной высотой оребрения / Е.С. Данильчик // Международная молодежная научная конференция «XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых)»: материалы конференции. Сборник докладов, Казань, 7–8 ноября 2019 г. : в 6 т. / КНИТУ-КАИ. – Казань: изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019. – Т. 2. – С. 205–211.

УДК 621.548

Выбор рабочего диапазона скоростей ветра для ветроэнергоустановки, работающей в определенной точке местности

Червинский В.Л., Погирницкая С.Г., Алпысбай Ж.М.
Белорусский национальный технический университет

Для точной энергооценки места размещения ветроэнергоустановок необходимо проводить соответствующий мониторинг различных вариантов местности. Что касается солнечных установок, то здесь существует определенная закономерность, связанная с широтой местности: чем южнее – тем выше интенсивность солнечной инсоляции. В отношении ветроэнергоустановок ситуация довольно сложная и зависящая от степени открытости поверхности, высоты расположения, наличия береговой линии реки, озера, моря и т.д. Учитывая практически случайный разброс скоростей ветра в разрезе часов суток, дней и месяцев года,