

Список использованных источников

1. Кунтыш В.Б., Сухоцкий А.Б., Самородов А.В. Инженерный метод теплового расчета аппарата воздушного охлаждения в режиме свободно-конвективного теплообмена // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2013. № 12. С. 3–6.
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. Сидорик Г.С. Экспериментальный стенд для исследования тепловых и аэродинамических процессов смешанно-конвективного теплообмена круглоребристых труб и пучков // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 1 (204). С. 85–93.
4. Сухоцкий А.Б., Сидорик Г.С. Интенсификация свободной конвекции в однорядном оребренном пучке в аппаратах воздушного охлаждения // Труды БГТУ. Сер.2. Хим. технол., биотехнол., геоэколог. 2017. № 1. С.68–74.
5. Hahne E., Zhu D. Natural convection heat transfer on finned tubes in air // Int. J. Mass Transfer. 1994. Vol. 37. Suppl. 1. P. 59–63.

УДК 536.24

А. Б. Сухоцкий, Е. С. Данильчик
Белорусский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЫТЯЖНОЙ ШАХТЫ НА СВОБОДНО-КОНВЕКТИВНОЙ ТЕПЛОБМЕН ОДНОРЯДНОГО ПУЧКА ИЗ КРУГЛОРЕБРИСТЫХ ТРУБ С РАЗЛИЧНОЙ ВЫСОТОЙ ОРЕБРЕНИЯ

В настоящее время ТВО в основном применяются в режиме вынужденной конвекции, который позволяет значительно увеличить коэффициент теплопередачи и тем самым снизить габариты теплообменника. Но эксплуатация таких ТВО требует значительного потребления энергии на привод вентиляторов. Одним из технических решений по энергосбережению при эксплуатации ТВО является частичное или полное отключение вентиляторов – перевод работы ТВО в режим свободной конвекции.

К сожалению, область температур окружающего воздуха, при которых возможно применение воздухоохлаждаемых теплообменников в условиях свободной конвекции, ограничена. Но при оснащении их дополнительными устройствами, позволяющими интенсифицировать свободную конвекцию, теплопроизводительность теплообменника может оставаться стабильной при более высоких температурах окружающего воздуха без потребления электроэнергии приводом вентилятора. Одним из таких устройств является вытяжная шахта, установленная над воздухоохлаждаемым теплообменником для усиления тяги воздуха. При этом, данный режим конвективного теплообмена будет являться смешанным, когда вынужденный и свободно-конвективный теплообмен играют равнозначную роль.

В данной работе были проведены экспериментальные исследования однорядного пучка из шести круглоребристых труб с поперечным шагом $S_1 = 64$ мм (относительным поперечным шагом $\sigma_1 = S_1 / d = 1,140$) с различной высотой оребрения труб. Геометрические размеры биметаллических оребренных труб со спиральными накатными ребрами были следующие: наружный диаметр $d = 56$ 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 $l_{\text{п}} = 330$ мм (теплоотдающая длина $l = 300$ мм), коэффициент оребрения трубы $\varphi = 19,26$. Материал ребристой оболочки – алюминиевый сплав АД1М, материал несущей трубы – углеродистая сталь. Диаметр несущей трубы $d_{\text{н}} = 25$ мм, толщина стенки $\delta = 2$ мм.

Для изменения высоты оребрения труб в однорядном пучке их ребра стачивались с помощью шлифования (соблюдался относительный поперечный шаг $\sigma_1 = 1,140$) до: 1) высоты ребра $h = 12$ мм, соответственно наружный диаметр труб составил $d = 50,8$ мм, а коэффициент оребрения $\varphi = 15,08$; 2) $h = 8$ мм; $d = 42,8$ мм – $\varphi = 9,43$; 3) $h = 4,1$ мм; $d = 35$ мм – $\varphi = 4,84$.

Для интенсификации свободно-конвективного теплообмена над поверхностью однорядного пучка, описанного выше, устанавливались два вида шахт – с регулируемым проходным сечением и регулируемой высотой [1]. Первым типом являлась шахта с регулируемым проходным сечением, представляющая собой параллелепипед из фанеры с прямоугольным основанием, высотой 0,52 м. Для регулирования проходного сечения на ее выходе устанавливались крышки с круглыми отверстиями различного диаметра $d_{\text{отв}} = 0,105$; 0,160 и 0,205 м. Другой тип – это шахта с прямоугольным основанием, переходящим через конфузор в цилиндрическую трубу диаметром 0,105 м, регулируемой высотой $H = 0,52$; 1,16; 2,10 м.

Схема экспериментальной установки, аппаратное оснащение ее измерительными приборами, методика и порядок проведения опытов изложены в [1,2].

Результаты экспериментальных исследований свободной и интенсифицированной (смешанной) конвективной теплоотдачи однорядного пучка (с относительным шагом $\sigma_1 = 1,140$) из круглоребристых труб с различной высотой оребрения труб представлены на рис. 1 и на рис. 2.

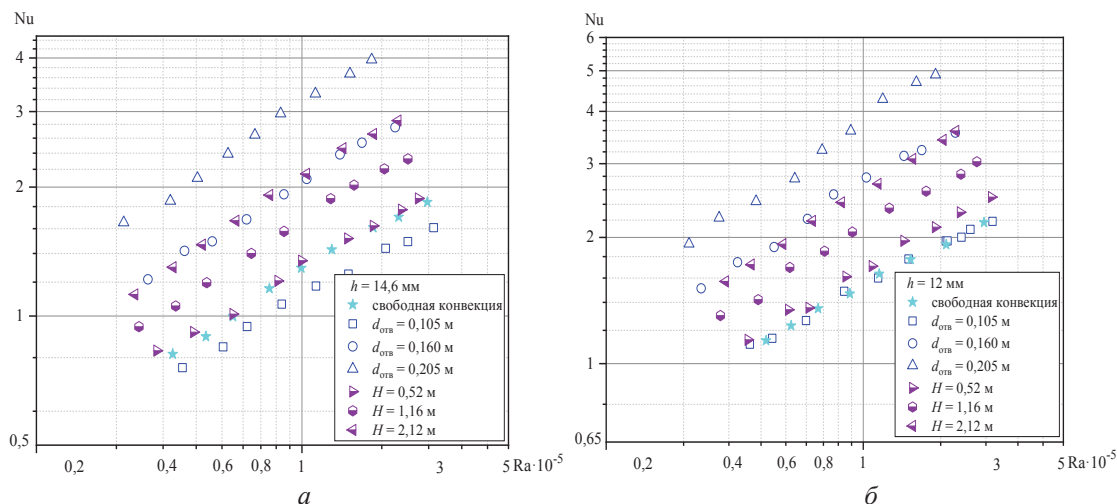


Рис. 1 – Свободно-конвективная и смешанно-конвективная теплоотдача однорядного пучка с относительным шагом $\sigma_1 = 1,140$ с различными высотами ребра труб: а – $h = 14,6$ мм; б – $h = 12$ мм

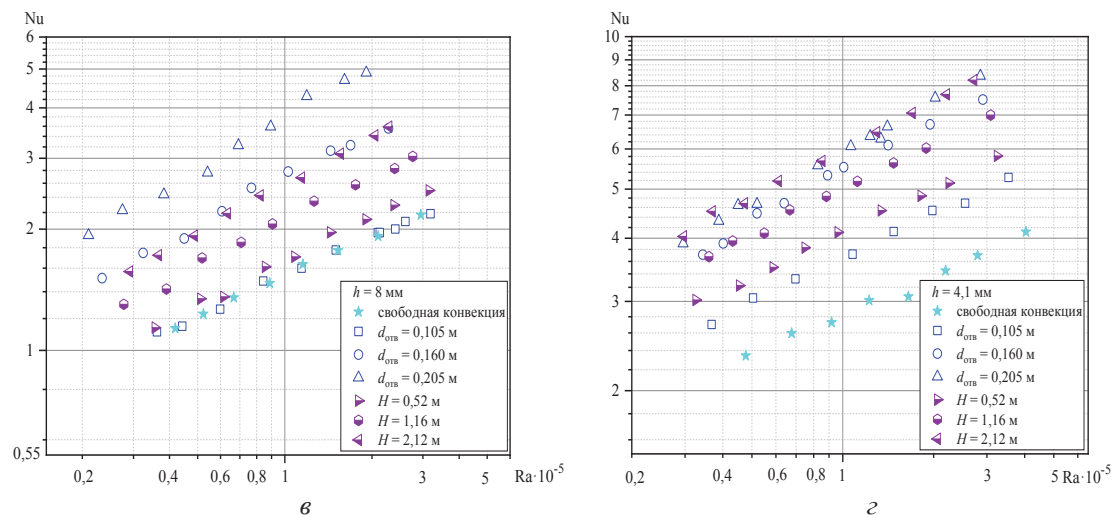


Рис. 2 – Свободно-конвективная и смешанно-конвективная теплоотдача однорядного пучка с относительным шагом $\sigma_1 = 1,140$ с различными высотами ребра труб: в – $h = 8$ мм; г – $h = 4,1$ мм

При анализе рис. 1 и рис. 2 видно, что при снижении высоты оребрения круглоребристых труб (от одной высоты к другой, например $h = 14,6$ мм по сравнению с $h = 12$ мм и т. д.) теплоотдача однорядного

пучка в режиме свободной и смешанной конвекции увеличивается в 1,1–1,6 раза. Также видно, что интенсификация свободно-конвективного теплообмена однорядного пучка протекает по-разному при различных высотах оребрения труб. Например, при $h = 14,6$ мм вытяжная шахта с выходным диаметром отверстия $d_{\text{отв}} = 0,105$ м ухудшает теплоотдачу однорядного пучка по сравнению со свободно-конвективным режимом в 1,1 раза (более подробно объяснено в [4]), а при $h = 4,1$ мм наоборот увеличивает теплоотдачу однорядного пучка в 1,28 раза.

Список использованных источников

1. Сидорик Г.С. Экспериментальный стенд для исследования тепловых и аэродинамических процессов смешанно-конвективного теплообмена круглоорбитных труб и пучков // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2018. № 1 (204). С. 85–93.

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., Сидорик Г.С. Интенсификация свободной конвекции в однорядном оребренном пучке в аппаратах воздушного охлаждения // Труды БГТУ. Сер.2. Хим. технол., биотехнол., геоэколог. 2017. № 1. С.68–74.

4. Сухоцкий А.Б., Сидорик Г.С. Исследование смешанноконвективной теплоотдачи однорядных воздухоохлаждаемых теплообменников при различных поперечных шагах установки труб // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2017. № 19. С. 3–11.

УДК 678.7-139-9: 678.742.3:678.762.2

¹ О.А. Панфилова, ¹ Н.А. Охотина,
² Р.М. Долинская, ¹ А.В. Сиразетдинов

¹Казанский национальный исследовательский
технологический университет

²Белорусский государственный технологический университет

ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ ВУЛКАНИЗАТЫ НА ОСНОВЕ ТРОЙНЫХ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ

Термопластичные вулканизаты (ТПВ) представляют собой сложную полимерную гетерогенную систему, в которой частицы дисперсной