

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Концепции создания мощностей по производству альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов и его использования: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 22 августа 2016 г., №664

2. Оборудование для измельчения полимерных материалов <https://KazEdu.com/referat/187582> - Дата доступа: 1.10.2023

3. Машины и оборудование обогатительных и перерабатывающих производств: практикум для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)», 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства» / сост. П. В. Цыбуленко. – Минск: БНТУ, 2019. – 26 с.

4. Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н., Громова Е.Н. Гидродинамика и теплообмен в газодисперсных потоках: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ / ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. – 57 с.

УДК 621.565.93/.95-0.46.54

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Теплообменники воздушного охлаждения (ТВО) применяются в различных отраслях промышленности, где имеется необходимость охлаждения технологических продуктов, конденсации их паров, охлаждения и конденсации парогазовых смесей, также для нагрева воздуха и конденсационной утилизации тепла продуктов сгорания природного газа или других газообразных сред.

В области химической промышленности ТВО распространены в агрегатах синтеза аммиака, метанола, для охлаждения нитрозного газа в технологических линиях по производству слабой азотной кислоты, в укрупненных агрегатах по производству метана, в установках по производству серной кислоты, для получения поливинилхлорида, хлорирования углеводородов, дистилляции, конверсии, парового крекинга и т. д. [1, 2].

Данные теплообменные аппараты нашли применение в процессах нефтехимии: для производства полипропилена, этанола, капролактана, стирола. Однако в основном ТВО используются для охлаждения

продуктов разделения нефти: керосина, дизельного топлива, бензина, гудрона, битума. Использование в процессах перегонки нефти таких теплообменников привело к снижению эксплуатационных расходов до 30 %, а также уменьшению первоначальных затрат на строительство объектов водоснабжения, канализации, очистных сооружений [1, 2, 3].

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. Имеется альтернативный режим использования теплообменников, который является энергосберегающим – сводно-конвективный режим, осуществляющийся при эксплуатации ТВО частичным или полным отключением вентиляторов. Главным недостатком свободно- конвективного режима является низкое значение коэффициента теплопередачи, который обычно компенсируется увеличением площади теплообмена со стороны воздуха путем оребрения ее поверхности (труб). С целью повышения эффективности процессов теплоотдачи целесообразно проводить оптимизацию геометрических параметров и компоновки пучка, числа рядов, расположения пучка в пространстве.

В работе проведена оценка влияния поперечного шага установки труб на интенсивность теплоотдачи одно-, двух- и четырехрядных пучков в режиме свободной конвекции на основе экспериментального исследования [4].

Экспериментальные исследования проводились на горизонтально расположенных шахматных равносторонних пучках с числом рядов $z = 1, 2$ и 4 , состоящих из биметаллических оребренных труб с коэффициентом оребрения $\phi = 21$. Трубы в пучках устанавливались с поперечными и диагональными шагами $S_1 = S_2' = 58; 64$ и 70 мм (с относительными поперечными и диагональными шагами $\sigma_1 = \sigma_2' = S_1 / d = 1,021; 1,13; 1,23$) и продольными шагами соответственно $S_2 = 0,866 \cdot S_1 = 0,0502; 0,0554; 0,0606$ м (с относительными продольными шагами $\sigma_2 = S_2 / d = 0,88; 0,98; 1,07$). Геометрические размеры биметаллических оребренных труб со спиральными накатными ребрами следующие: наружный диаметр оребрения $d = 56,8$ мм; диаметр трубы по основанию $d_0 = 26,4$ мм; высота ребра $h = 15,2$ мм; шаг ребра $s = 2,43$ мм; средняя толщина ребра $\Delta = 0,55$ мм. Материал ребристой оболочки – алюминиевый сплав АД1М, материал несущей трубы – углеродистая сталь, длина трубы $l_{\text{п}} = 330$ мм (теплоотдающая длина $l = 300$ мм). Диаметр несущей трубы $d_{\text{н}} = 25$ мм, толщина стенки $\delta = 2$ мм [4].

На рисунке 1 представлено влияние относительного поперечного шага труб на теплоотдачу одно-, двух- и четырехрядных пучков в режиме свободной конвекции при постоянном числе Релея $Ra = 100\,000$.

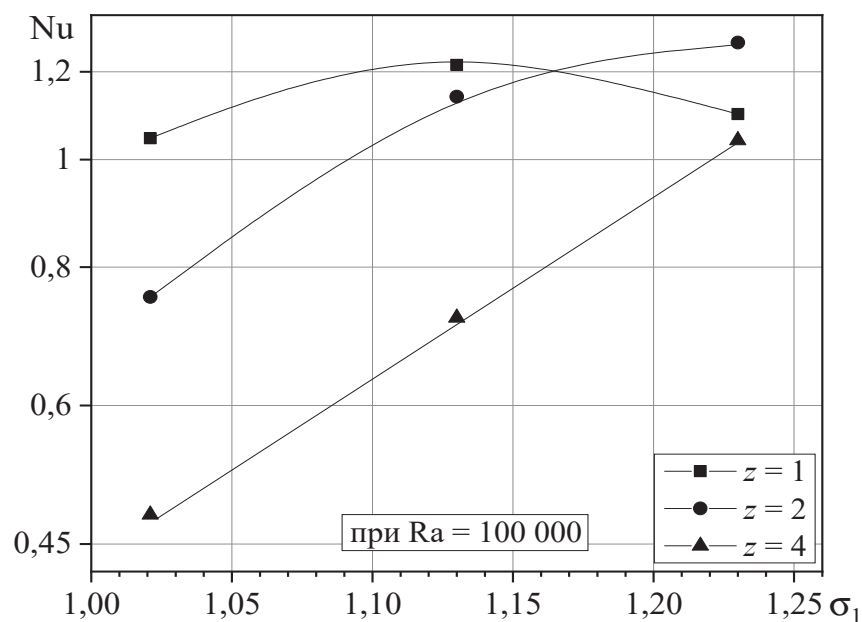


Рисунок 1 – Влияние относительного поперечного шага труб на интенсивность теплоотдачи оребренных пучков в режиме свободной конвекции

Из рисунка 1 видно, что наибольшая теплоотдача для однорядного пучка наблюдается при шаге $S_1 = 64$ мм ($\sigma_1 = 1,13$), для двухрядного и четырехрядного пучка – при шаге $S_1 \geq 70$ мм ($\sigma_1 \geq 1,23$). Таким образом, этих диапазонов шагов оказалось недостаточно для определения оптимальных параметров для двухрядных и четырехрядных пучков труб. Нужно провести дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: справочник / А. Н. Бессонный [и др.]; под ред. А. Н. Бессонного, В. Б. Кунтыша. – СПб. : Недра, 1996. – 512 с.
2. Шмеркович, В. М. Применение аппаратов воздушного охлаждения при проектировании нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов // Обз. информ. Сер. Опыт проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий / М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1971. – 110 с.
3. Кунтыш, В. Б. Основные способы энергетического совершенствования аппаратов воздушного охлаждения / Кунтыш В. Б. [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1997. – № 4. – С. 43–44.
4. Данильчик, Е. С. Повышение эффективности теплообменников воздушного охлаждения при свободно-конвективном теплообмене : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 01.04.14 / Е. С. Данильчик ; Белорус. госуд. технол. ун-т. – Минск, 2022. – 29 с.