

Щербин Сергей Анатольевич,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: dekan_ftk@angtu.ru

Колесниченко Виктор Александрович,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет

Шарифулин Дмитрий Игоревич,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕПЛООБМЕН

Shcherbin S.A., Kolesnichenko V.A., Sharifulin D.I.

INFLUENCE OF THERMAL RESISTANCE OF CONTAMINATION OF THE HEAT TRANSFER SURFACE ON HEAT EXCHANGE

Аннотация. Рассматривается влияние термического сопротивления загрязнений теплопередающей поверхности на интенсивность теплообмена. Показана необходимость использования точных значений термических сопротивлений загрязнений от теплоносителей при проектировании теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: теплообмен, термическое сопротивление, коэффициент теплопередачи, теплообменные трубы.

Abstract. The influence of the thermal resistance of contamination of the heat transfer surface on the intensity of heat exchange is considered. The necessity of using exact values of thermal resistances of contamination from heat carriers in the design of heat exchangers is shown.

Keywords: heat exchange, thermal resistance, heat transfer coefficient, heat exchange pipes.

В работе [1] рассматривается зависимость коэффициента теплопередачи в аппарате воздушного охлаждения (АВО), предназначенном для конденсации пропана, от конструкционного материала и коэффициента оребрения наружной поверхности теплообменных труб. Был определен коэффициент оребрения, при котором теплопередача будет наиболее интенсивной.

Известно, что при эксплуатации АВО загрязнения наружной оребренной поверхности труб практически не происходит – пыль легко сдувается потоком воздуха, нагнетаемого вентилятором. Отсутствие загрязнений со стороны воздуха является одним из основных преимуществ АВО перед конденсаторами и холодильниками, охлаждаемыми водой, в которых основное термическое сопротивление составляют загрязнения со стороны охлаждающей воды.

В качестве материала для изготовления теплообменных труб АВО наиболее часто используется алюминий и биметаллы из стали и алюминия. Соответственно, при планировании расчетов в [1] предполагалось, что в большей степени на теплообмен влияет конструкционный материал и коэффициент оребрения теплообменных труб. А именно, что при исполнении теплообменного пучка из алюминиевых труб коэффициент теплопередачи будет значительно больше, чем для биметаллических труб.

Однако расчет показал, что значительное влияние на коэффициент теп-

лопередачи оказывает термическое сопротивление со стороны теплоносителя в трубном пространстве – пленки конденсата пропана. Известно, что теплопередающая поверхность в теплообменных аппаратах в процессе эксплуатации, как правило, загрязняется по разным причинам – появляются накипи солей, отложения осадка, ила и т.п. Поэтому актуальной проблемой является выбор правильных значений термических сопротивлений загрязнений R_3 .

В литературе приводятся средние значения R_3 для различных технологических сред, но только ориентировочные и в широком диапазоне, что увеличивает вероятность ошибочного выбора. Для многих сред такие данные вообще отсутствуют. Так, для пленки конденсата пропана, как для легкого органического вещества, $0 < R_3 < 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Определим толщину стенки δ , м, теплопередающей поверхности из материала с коэффициентом теплопроводности λ , Вт/(м·К), с термическим сопротивлением $R_3 = 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, по уравнению:

$$\delta = \lambda R_3.$$

В результате получим, что значение R_3 может быть принято по справочным данным от нулевого, до эквивалентного термическому сопротивлению слоя алюминия ($\lambda = 203,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ толщиной 20 мм, углеродистой стали ($\lambda = 46,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ толщиной 5 мм или нержавеющей стали ($\lambda = 17,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ толщиной 2 мм. При этом толщина стандартных теплообменных труб, как правило, составляет от 2 до 4 мм.

Также следует отметить, что термические сопротивления загрязнений увеличиваются с течением времени, в результате чего интенсивность теплопередачи в аппарате после длительной его эксплуатации может снизиться на 40-50 % по сравнению с аппаратом с чистыми стенками. Например, в работе [2] показано, что термические сопротивления загрязнений в промышленных газовых теплообменниках со временем (20-30 лет эксплуатации) могут достигать значения $0,005 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ и выше. Годовой прирост термического сопротивления загрязнений в таких теплообменниках, если не проводить их чистку, может составить величину порядка $0,0002-0,00025 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Перечисленные факторы необходимо учитывать при расчетах и проектировании теплообменного оборудования. В частности, использовать точные значения термических сопротивлений загрязнений от теплоносителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Щербин, С. А.** Способ повышения эффективности воздушного конденсатора пропана / С.А. Щербин, А.О. Коряченко // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2022. – С. 89-90.
2. **Калашников, О. В.** Подсистема выбора кожухотрубчатых теплообменников для установок промышленной подготовки природного газа / О.В. Калашников, С.В. Будняк // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 5. – С. 69-71.