

Щербин Сергей Анатольевич,

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

e-mail: dekan_ftk@angtu.ru

Синьков Дмитрий Александрович,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООТДАЧИ

Shcherbin S.A., Sinkov D.A.

EFFECTS OF THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE COOLANT ON THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT

Аннотация. Рассмотрено влияние теплофизических свойств теплоносителя на коэффициент теплоотдачи. Показано, что для интенсификации теплоотдачи плотность, теплоемкость и теплопроводность используемого теплоносителя следует увеличивать, а вязкость уменьшать.

Ключевые слова: высокотемпературные теплоносители, теплообмен.

Abstract. The influence of the thermophysical properties of the coolant on the heat transfer coefficient is considered. It is shown that in order to intensify heat transfer, the density, heat capacity and thermal conductivity of the used coolant should be increased and the viscosity reduced.

Keywords: high-temperature heat carriers, heat exchange.

На некоторых современных предприятиях для интенсификации производства и выполнения требований к поддержанию постоянной температуры технологического процесса вместо общепринятых методов обогрева используется обогрев с помощью высокотемпературных теплоносителей (ВТ) – промежуточных теплоносителей, которые имеют высокую температуру нагрева при сравнительно низком давлении [1].

В литературе [2] перечислены основные требования, предъявляемые к высокотемпературным теплоносителям, в том числе малая вязкость и высокая теплоемкость вещества.

Представляет интерес выполнение анализа влияния теплофизических свойств теплоносителей на величину коэффициента теплоотдачи, в общем случае определяемого по выражению:

$$\alpha = Nu \cdot \lambda / d, \quad (1)$$

где Nu – критерий Нуссельта, характеризующий интенсивность теплообмена на границе твердое тело-жидкость; λ – коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/(м·К); d – определяющий линейный размер поверхности теплообмена, м. В качестве d , как правило, принимается длина или диаметр (эквивалентный диаметр) поверхности.

На величину критерия Нуссельта влияет множество факторов: физические свойства теплоносителя, скорость и режим его движения, форма, размеры и ориентация поверхности теплообмена в пространстве, температурный напор и другие. Например, при турбулентном режиме движения теплоносителя, агрегатное состояние которого не изменяется, в теплообменных трубках:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43}, \quad (2)$$

где Re – критерий Рейнольдса, характеризующий отношение сил инерции (скоростного напора) к силам вязкого трения и соответственно режим течения теплоносителя; Pr – критерий Прандтля, учитывающий влияние физических свойств теплоносителя на теплоотдачу:

$$Re = Wd\rho/\mu, \quad (3)$$

$$Pr = c\mu/\lambda, \quad (4)$$

где ρ ; μ ; c и λ – соответственно плотность, кг/м³; коэффициент динамической вязкости, Па·с; удельная массовая теплоемкость, Дж/(кг·К) и коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К), теплоносителя; W – скорость теплоносителя в теплообменных трубах, м/с:

$$W = 4 \cdot V \cdot z / (n \cdot \pi \cdot d^2), \quad (5)$$

где V – объемный расход теплоносителя, м³/с; z – количество ходов по трубам; n – количество теплообменных труб, шт.

Учитывая (1)-(5), после преобразований получим:

$$\alpha = 0,025 \cdot V^{0,8} \cdot z^{0,8} \cdot \rho^{0,8} \cdot c^{0,43} \cdot \lambda^{0,57} / (d^{1,8} \cdot \mu^{0,37} \cdot n^{0,8}). \quad (6)$$

Очевидно, что теплофизические свойства теплоносителя оказывают влияние на интенсивность теплоотдачи. Для повышения α следует увеличивать плотность, теплоемкость и теплопроводность, и наоборот, уменьшать вязкость используемого вещества. Сделанные выводы совпадают с рекомендациями, приведенными в [1, 2].

Следует отметить, что значительное влияние на коэффициент теплоотдачи теплоносителя, агрегатное состояние которого в процессе теплообмена не изменяется, оказывает также скорость его движения – с увеличением скоростей теплообменных сред можно добиться повышения эффективности теплообменного аппарата.

Однако, увеличение скорости потока приводит к повышению затрат энергии на перекачивание среды. Поэтому увеличение скорости потока теплоносителя, с одной стороны, повышает эффективность теплопередачи, но, в то же время, существенно увеличивает гидравлическое сопротивление аппарата и затраты на работу насосно-компрессорного оборудования. При проектировании теплообменных аппаратов важной задачей является определение оптимальных скоростей потоков теплоносителей, обеспечивающих эффективный теплообмен при приемлемом значении гидравлического сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лукомский, С. М.** Высокотемпературные теплоносители и их применение / С. М. Лукомский. – Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1956. – 54 с.
2. **Чечеткин, А. В.** Высокотемпературные теплоносители / А. В. Чечеткин. – Москва : Энергия, 1971. – 496 с.