

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Разумов М.И. (ТП-08)*

Донецкий национальный технический университет

Для улучшения эффективности работы теплообменных аппаратов (ТА) используют различные методы интенсификации теплообмена:

- интенсификация конвективного теплообмена в однофазной среде вибрацией поверхности;
- вибрация жидкости;
- воздействие на поток турбулизующими вставками;
- механическое воздействие на поток путем перемешивания жидкости или вращения поверхности теплообмена;
- увеличение площади поверхности теплообмена путем ее оребрения (развитые поверхности);
- воздействие на теплоотдачу путем добавок в жидкость твердых частиц или газовых пузырьков;
- интенсификация теплоотдачи кипением при вынужденном движении;
- конденсация пара в каналах в условиях вынужденного движения;

Также для оценки путей повышения эффективности теплообменных аппаратов целесообразно использовать методы эксергетического анализа.

Суммарные эксергетические потери в большей степени характеризуют степень совершенства теплообменного аппарата и его место в технологической схеме. Эксергетические потери в любом теплообменном аппарате определяются следующими факторами:

- наличием конечной разности температур между теплоносителями;
- падением давления теплоносителей, включая затраты мощности на привод насосов на прокачку теплоносителей;
- рассеиванием теплоты в окружающую среду;

Эксергетический баланс теплообменного аппарата можно представить в следующем виде:

$$\Sigma E_2 = \Sigma E_1 - \Sigma П, \quad (1)$$

* Руководитель – к.т.н., доцент кафедры ПТ Пархоменко Д.И.

где ΣE_1 , ΣE_2 – сумма потоков эксергий теплоносителей на входе и на выходе из аппарата; $\Sigma П$ — сумма эксергетических потерь в теплообменном аппарате, кВт.

Основную долю эксергетических потерь ТА составляют собственные и технические потери. Собственные потери зависят от разности средних температур теплоносителей, а технические потери характеризуются недогревом воды до температуры насыщения греющего пара.

Для оценки возможности интенсификации теплообмена в ТА, необходимо разделить технические потери при теплообмене на составляющие:

- с водяной стороны;
- с паровой стороны;
- в стенках теплообменных трубок;

Технические потери характеризуются недогревом воды до температуры насыщения греющего пара или коэффициентом теплопередачи. Величина, обратная коэффициенту теплопередачи, называется термическим сопротивлением теплопередачи и состоит из термических сопротивлений теплообмену с водяной и паровой стороны, а также термического сопротивления стенки трубки. Эксергетические потери в процессе теплопередачи обратно пропорциональны соответствующим термическим сопротивлениям. Исходя из свойств аддитивности эксергетических потерь и термических сопротивлений теплопередачи, можно записать:

$$П_{\Delta T(m)} = П_{\Delta T(an)} + П_{\Delta T(as)} + П_{\Delta T(cm)}, \quad (2)$$

где $П_{\Delta T(an)} = П_{\Delta T(m)} \cdot K / \alpha_n$ — потери при теплоотдаче с паровой стороны;

$П_{\Delta T(as)} = П_{\Delta T(m)} \cdot K / \alpha_s$ — потери при теплоотдаче с водяной стороны;

$П_{\Delta T(cm)} = П_{\Delta T(m)} \cdot K / (d_{cm} / \lambda_{cm})$ — потери от теплопроводности в стенке (потери от теплопроводности вдоль стенки для ТА можно пренебречь).

Эксергетический метод оценки эффективности работы теплообменников позволяет оценить, какие параметры работы ТА можно, или необходимо улучшить с помощью различных способов интенсификации теплообмена, а также их комбинационного применения, что в свою очередь способствует повышению производительности теплообменных аппаратов и снижает потери.