

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННИКА-УТИЛИЗАТОРА ТЕПЛОТЫ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И АГРЕГАТОВ

А. Н. Ганжа, Заец Е. Н., Подкопай В. Н., Марченко Н. А., Куцова Д.В.

*Национальный технический университет  
"Харьковский политехнический институт", г. Харьков*

Теплообменные аппараты используются для регенерации и рекуперации теплоты отходящих газов доменного производства, подогрева и промежуточного охлаждения воздуха в компрессорах ГТУ и компрессорных станций с целью повышения энергоэффективности производства, обеспечения техпроцесса и необходимых параметров энергоносителей.

Для утилизации теплоты дымовых газов регенеративных доменных воздухонагревателей с целью подогрева их воздуха горения предложено использовать трубчатый стальной рекуператор, состоящий из двухходовых секций. С целью упрощения процедуры расчета теплообменника предложена методика и алгоритм дискретного расчета, где элементами, из которых скомпонован теплообменник, выступают простые схемы однократного перекрестного тока с полным перемешиванием обоих теплоносителей по ходу. При этом эффективность каждого перекрестного элемента и температуры теплоносителей на выходе из элементов рассчитываются как:

$$P_3 = \frac{1}{\frac{1}{1 - e^{-NTU_{23}}} + \frac{R_3}{1 - e^{-R_3 \cdot NTU_{23}}} - \frac{1}{NTU_{23}}}; \quad (1)$$

$$t_{н23} = t_{н13} + P_3(t_{г13} - t_{н13}) \text{ и } t_{г23} = t_{г13} - P_3 R_3(t_{г13} - t_{н13}), \quad (2)$$

где "э" – индекс, обозначающий, что параметры определяются в элементе; "1" – вход среды, "2" – выход среды; "н" и "г" – нагреваемый и греющий теплоносители;

$R$  и  $NTU_2$  – отношение расходных теплоемкостей и число единиц переноса теплоты к нагреваемому теплоносителю,  $R = W_1 / W_{\text{а}}$ ,  $NTU_2 = (K \cdot F) / W_1$ ;

$K$  и  $F$  – коэффициент и площадь теплопередачи;

$W$  – расходная теплоемкость (эквивалент расхода, водяной эквивалент, т.е. расход, умноженный на теплоемкость) теплоносителя.

Зависимости для определения локальных температур теплоносителей (средних в элементе):

$$\bar{t}_{нэ} = t_{н1э} + \vartheta_{нэ}(t_{г1э} - t_{н1э}) \text{ и } \bar{t}_{гэ} = t_{г1э} - \vartheta_{гэ}(t_{г1э} - t_{н1э}), \quad (3)$$

$$\vartheta_{нэ} = P_3 \cdot \left( \frac{1}{1 - e^{-NTU_{2э}}} - \frac{1}{NTU_{2э}} \right) \text{ и } \vartheta_{гэ} = P_3 \cdot \left( \frac{R_3}{1 - e^{-R_3 \cdot NTU_{2э}}} - \frac{1}{NTU_{2э}} \right). \quad (4)$$

На основе предложенной методики была разработана расчетная программа. С её помощью были проведены расчеты традиционного двухходового утилизатора с 16 последовательными рядами труб из стали 20 диаметром 57 мм в каждом ходу.