

**"МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ"**

(ММХ-10)

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Тезисы докладов

Тула 1996

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СОСТАВНЫХ КРИВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ
Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М., Зулин В.Д.

При реконструкции или проектировании энергопотребляющих предприятий важно правильно определить как величины потребляемой энергии и материальных ресурсов на действующем предприятии, так и оптимальные значения этих величин с точки зрения окупаемости средств, вложенных в строительство или реконструкцию предприятия. Для этого в пинч-анализе используется аппарат составных кривых технологических потоков [1].

Зная основные характеристики потока, такие как CP , T_s , T_t , каждый поток можно представить прямыми отрезками на температурно-энтальпийной плоскости (если $CP = \text{const}$).

Аналогично можно изобразить составные кривые для нескольких горячих или холодных технологических потоков, когда CP различных потоков, находящихся в одном интервале температур, суммируется. Температурные интервалы определяются значениями температур T_s и T_t для соответствующих технологических потоков.

Если известны основные характеристики потоков и минимальная разность температур ΔT_{\min} между потоками на теплообменном оборудовании можно определить потребляемую и отводимую мощность, строя составные кривые так, чтобы расстояние по температурной оси между ними было равно ΔT_{\min} .

Для этого мы создали и реализовали на ЭВМ алгоритм, в котором сначала последовательно строятся вдоль энтальпийной оси горячая, и, сразу за ней, холодная составные кривые. Затем определяем расстояние между кривыми по энтальпийной оси во всех точках излома горячей кривой, для которых $\left(\frac{dT}{dH}\right)_{\text{hot}} > \left(\frac{dT}{dH}\right)_{\text{cold}}$, и холодной кривой, для которых $\left(\frac{dT}{dH}\right)_{\text{hot}} < \left(\frac{dT}{dH}\right)_{\text{cold}}$, определяем минимальное из этих расстояний и сдвигаем на эту величину холодную кривую влево.

Сейчас кривые касаются в одной из точек, т.е. $\Delta T_{\min} = 0$, что физически соответствует максимальной рекуперации тепла, т.е. бесконечно большой поверхности теплообмена, что практически невыполнимо. Далее двигаем холодную кривую вправо до тех пор, пока в последней из указанных выше точек, либо в крайних точках кривых, расстояние между ними по температурной оси не

станет равным ΔT_{\min} . После такого построения легко посчитать интересующие нас мощности.

Место локализации ΔT_{\min} называется пинчем [1]. Энтальпийный интервал, на котором составные кривые перекрываются, показывает рекуперацию тепла в сети теплообменников для данной величины ΔT_{\min} . Неперекрывающийся энтальпийный интервал в верхней части кривых определяет мощность, подводимую внешними энергоносителями к технологическому процессу, в нижней части - мощность, которая должна быть отведена внешними хладагентами. Тем самым, еще до начала моделирования сети теплообменников, мы можем установить энергетические цели, которым должен удовлетворять окончательный проект [1].

Понятно, что увеличение ΔT_{\min} будет вести к уменьшению поверхности теплообмена, но также и к увеличению расхода энергии вследствие недорекуперации тепла, и, соответственно, наоборот. Поэтому, при известных ценах на теплообменники и внешние энергоносители можно выбирать оптимальное ΔT_{\min} [1] с учетом времени окупаемости вложенных в реконструкцию или строительство средств.

Далее при известном ΔT_{\min} , используя методы и правила пинч-анализа [2], можно построить оптимальную схему реконструкции энергопотребляющих предприятий или оптимальную схему технологических потоков для строительства нового предприятия.

Обозначения

CP- потоковая теплоемкость, Дж·с⁻¹·К⁻¹; T_s, T_T- начальные и конечные значения температур потоков, К.

Литература

1. Smith R. Chemical process design. McGraw-Hill, Inc. New York. 1995. P. 460.
2. B.Linnhoff, D.W.Townsend, et.al. User guide on process integration for the efficient use of energy. IChemE, Rugby, UK 1991. 247p.