

УДК 621.59

**М.Б. Кравченко**Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, Одесса, Украина, 65026  
e-mail: kravtchenko@i.ua**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОТОЧНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ**

*Разработана математическая модель противоточного теплообменника, учитывающая продольную теплопроводность разделяющей потоки стенки. В результате перехода к безразмерным переменным, полученное решение позволяет компактно представить информацию обо всём множестве теплообменников этого типа. Показано, что при определённом соотношении безразмерных параметров распределение температур в реальном противоточном теплообменнике может быть практически таким же, как в идеальном теплообменнике, в котором отсутствует продольная теплопроводность. Предложен новый, более общий критерий работоспособности теплообменника.*

**Ключевые слова:** Газовые криогенные машины. Противоточный теплообменник. Продольная теплопроводность. Температуры потоков. Производство энтропии. Работоспособность теплообменника. Второе начало термодинамики.

**М.В. Kравченко****ANALYTICAL RESEARCH OF COUNTERFLOW HEAT EXCHANGERS**

*A mathematical model of counterflow heat exchanger, taking into account the longitudinal heat conductivity of the wall separating the flows, is worked out. With the transformation to dimensionless variables, our solution allows compact to provide information about all great number of such heat exchangers. Shown that at a certain ratio of the dimensionless parameters the temperature distribution in the real counterflow heat exchanger can be almost the same as in an ideal heat exchanger, in which there is no longitudinal heat conduction. A new, more general criterion of efficiency heat exchanger is offered.*

**Keywords:** Cryogenic gas machines. Counterflow heat exchanger. Longitudinal thermal conductivity. Flows temperature. Entropy production. The efficiency of the heat exchanger. The second law of thermodynamics.

**1. ВВЕДЕНИЕ**

В статье аналитически исследованы различного рода особенности противоточных теплообменников, в которых в прямом и обратном потоках движется одно и то же вещество, причём с одинаковыми расходами. Для удобства далее будем называть такие теплообменники оппозитными.

В любой установке, в которой рабочее тело постоянного состава совершает замкнутый термодинамический цикл, практически все противоточные теплообменники будут теплообменниками оппозитного типа. Поэтому оппозитные теплообменники особенно распространены в энергетике и, в частности, в технике низких температур.

Важным видом теплообменников, при проектировании которых могут быть использованы результаты данной работы, являются регенераторы газовых криогенных машин.

Известно, что регенеративный теплообменник

приближённо может считаться подобным теплообменнику рекуперативного типа, в любом сечении которого температуры потоков и стенки равны средним по времени температурам потоков и насадки регенеративного теплообменника. Причём, чем меньше амплитуда колебаний температур потоков и насадки по сравнению с разностью температур на концах регенеративного теплообменника, тем точнее становится такая аналогия.

В регенераторах газовых криогенных машин совершаются десятки и даже сотни циклов нагрева и охлаждения в секунду. Ввиду этого колебания температур потоков газа и насадки в таких устройствах оказываются незначительными. При этом разность температур на концах насадки теплообменников может превышать 100 К. Поэтому такие теплообменники с целью анализа с успехом могут быть заменены эквивалентными рекуперативными теплообменниками оппозитного типа.

Как будет показано ниже, расчёт и оптимизация