

В.Н. ТаранОдесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082
e-mail: vntaran@eurocom.od.ua

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОПОТОЧНОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ В ПОТОКАХ

Метод численного интегрирования системы дифференциальных уравнений теплопередачи применён к многопоточному противоточному теплообменнику с фазовыми превращениями в потоках. За основу для расчётов был выбран модельный теплообменник, через который проходит 11 потоков. В трёх из них реализуются процессы кипения или конденсации. Расчёты выполнены для теплообменников с изменением их поверхности в 20 раз. При проведении расчётов были обнаружены случаи появления вычислительной неустойчивости и расходимости расчётов. Неустойчивость вычислительного процесса увеличивается с уменьшением разности температур между потоками. Это обстоятельство подчеркивает сложность процессов и их многообразие в многопоточном теплообменнике. Рассмотрено понятие недорекуперации холода применительно к многопоточным теплообменникам. Показана необходимость оценки недорекуперации по тепловому эффекту недогрева обратных потоков и дан способ её вычисления. Предложен эффективный метод определения работоспособности многопоточного противоточного теплообменника путём сравнения количества теплоты, отданной прямыми потоками при охлаждении до некоторой температуры, с теплотой, воспринятой обратными потоками при нагреве от той же температуры. Метод базируется на строгом термодинамическом положении об условиях предельной работоспособности теплообменников. Его целесообразно использовать для проверки допустимости задаваемых исходных параметров ещё на стадии разработки технического задания.

Ключевые слова: Криогенная техника. Многопоточный теплообменник. Фазовые переходы в потоках. Воздух. Кислород. Азот. Аргон. Расчёт температурного поля. Понятие недорекуперации. Определение работоспособности теплообменника. Потери эксергии.

V.N. Taran

TEMPERATURE FIELD AND DEFINITION OF SERVICEABILITY OF THE MULTI-FLOW COUNTER-CURRENT HEAT EXCHANGER WITH CHANGES OF PHASE IN STREAMS

The method of a numerical integration of the heat transfer differential equations is applied to the multi-flow counter-current heat exchanger at presence of boiling or condensation in streams. The method is applied to the 11 streams heat exchanger. The processes of boiling or condensation occur in 3 streams. Calculations are carried out for alternatives of the heat exchanger with a modification of a surface in 20 times. At conducting calculations the cases of computing instability and divergency have been detected. Unstability of computing process increases with decrease of a temperature difference between streams. The concept of incomplete temperature recuperation with reference to multi-flow heat exchangers is surveyed. Necessity of an estimation of incomplete recuperation by thermal effect of underheating of inverse streams is shown. The effective method of definition of serviceability of the multi-flow counter-current heat exchanger is offered by comparison of an amount of the heat which have been given up by direct streams at cooling up to some temperature, with the heat received by inverse streams at heating from the same temperature. The method is founded on a strict thermodynamic rule about conditions of limiting serviceability of heat exchangers. The method can be used for check of an admissibility of initial parameters at a stage of development of the technical project.

Keywords: Cryogenic engineering. Multi-flow heat exchanger. Changes of phase in streams. Air. Oxygen. Argon. Nitrogen. Calculation of temperature field. Concept of incomplete recuperation. Definition of heat-exchanger serviceability. Exergy losses.