

УДК 621.59

М.Б. КравченкоОдесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082
e-mail: *kravtchenko@i.ua*

УСЛОВИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОПОТОЧНЫХ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ КРИОГЕННЫХ УСТАНОВОК

Многопоточные рекуперативные теплообменники широко используются в криогенных установках. При разработке теплообменников необходимо контролировать их работоспособность с учётом второго начала термодинамики. Для двухпоточного теплообменника проверка работоспособности может проводиться только на основе термодинамического анализа реализуемых процессов. В случае использования многопоточных аппаратов такого анализа недостаточно для проверки их работоспособности. Сформулированы в общем случае достаточные условия работоспособности многопоточного теплообменника. Они иллюстрируются рядом примеров, относящихся к трёхпоточным теплообменникам. Предложенная методика позволяет обходиться без вычисления температур всех потоков и параметров интенсивности теплообмена.

Ключевые слова: Криогенная установка. Двухпоточный теплообменник. Многопоточный теплообменник. Воздухоразделительная установка. Первое и второе начала термодинамики. $(q-1/T)$ -диаграмма. Работоспособность теплообменника. Необходимое и достаточное условие работоспособности теплообменника.

М.В. Kravchenko

CONDITIONS OF OPERABILITY OF MULTICIRCUIT RECUPERATIVE HEAT EXCHANGERS FOR CRYOGENIC PLANTS

Multicircuit recuperative heat exchanger are widely used in cryogenic plant. By development of heat exchanger it is necessary to supervise their operability in view of the second law of thermodynamics. For double-flow heat exchanger the check of operability can be carried out only on the basis of the thermodynamic analysis of realize processes. In case of using of multicircuit devices of such analysis it is not enough for check of their operability. Sufficient conditions of multicircuit heat exchanger operability are formulated generally. They are illustrated by a number of the examples concerning to three-flow heat exchangers. The offered method allows to do without calculation of temperatures of all flows and parameters of intensity of heat exchange.

Keywords: Cryogenic plant. Double-flow heat exchanger. Multicircuit heat exchanger. Air separation plant. First and second laws of thermodynamics. $(q-1/T)$ -diagram. Heat exchanger operability. Necessary and sufficient condition of heat exchanger operability.

1. ВВЕДЕНИЕ

Базовые криогенные циклы (Линде, Клауда, Гейландта, Капицы) построены на основе двухпоточных рекуперативных теплообменников. И это не случайно. Работоспособность этих аппаратов может обеспечиваться при совместном использовании первого и второго начала термодинамики. В большинстве случаев при анализе базовых криогенных циклов удаётся на основе теплового баланса аппаратов и знания термодинамических свойств рабочего тела определить параметры во всех точках цикла. Иногда для нахождения параметров рабочего тела на выходе из теплооб-

менника приходится строить $q-T$ -диаграмму и применять для её анализа второе начало термодинамики.

Введём понятие термодинамически разрешимой схемы установки. Под этим будет пониматься установка, в которой все параметры ключевых точек могут быть определены только на основе первого и второго начал термодинамики. Реализуемость процессов в теплообменных аппаратах такой установки может быть учтена путём задания обоснованной разности температур (температурного напора) в нескольких наиболее напряжённых для теплопередачи сечениях. Отсюда следует, что схемы установок с базовыми криогенными циклами термодинамически разреши-