

УДК 621.565

А. В. Троценко

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, 65026, Украина

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОПОТОЧНЫХ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

На основе общей формулировки II-го начала термодинамики выполнено обоснование использования эксергетических потерь в качестве критерия работоспособности многопоточных теплообменных аппаратов. Сформулированы различные виды условий работоспособности для многопоточных теплообменников. Проведен анализ работоспособности двухпоточных теплообменников при различных предложенных критериях, результаты которого подтвердили справедливость разработанного подхода.

Ключевые слова: теплообменник; критерий; условия работоспособности; эксергетические потери.

Using the general statement of the second law of thermodynamics it is ground the employment of exergetic losses as criterion of availability for multi-flows heat exchangers. Different conditions of availability for multi-flows heat exchangers are formulated. The analyses of availability for two-flows heat exchangers with different suggested criterion are carried out and its results confirm the correctness of developed approach.

Key words: heat exchanger; criterion; conditions of availability; exergetic losses.

ВВЕДЕНИЕ

Теплообменный аппарат является самым распространенным элементом теплотехнических систем. По этой причине имеется большое количество работ, посвященных различным аспектам его функционирования. В литературе подробно изложены вопросы проектирования различных видов рекуперативных теплообменников [1, 2], их термодинамического анализа и оптимизации [3, 4]. Тем не менее, в большинстве работ этого направления не рассматривается проблема работоспособности аппарата. Под работоспособностью теплообменника в дальнейшем подразумевается принципиальная возможность практической реализации условий на его концах, удовлетворяющих I-ому началу термодинамики. Эти условия обычно задаются значениями температур и давлений рабочих тел [5]. В частности, работоспособность теплообменных аппаратов криогенной техники определяется возможностью достичь температур охлаждения прямых потоков, соответствующих их энергетическому балансу.

Теплообменный аппарат относится к числу интересных и редких термодинамических объектов, для которых существенны ограничения и II-го начала при выполнении I-го начала термодинамики. Именно эти ограничения и выражают условия работоспособности теплообменника. Как показывает опыт проектирования теплообменных аппаратов, ограничения II-го начала подлежат обязательной проверке при наличии фазовых переходов в потоках, различных расходах рабочих тел, а также в тех случаях, когда термодинамическое состояние хотя бы одного из потоков соответствует околоритической об-

ласти вещества. Важность проверки данных ограничений может быть продемонстрирована на примере дроссельных микрокриогенных систем, использующих многокомпонентные рабочие тела. Для этих систем рассматриваемые ограничения II-го начала термодинамики являются одними из основных при выборе состава рабочих смесей, который в конечном итоге определяет энергетические характеристики охладителей [6].

Если использовать в теплотехнической установке теплообменный аппарат, в котором при расчетных параметрах происходит нарушение ограничений II-го начала термодинамики, то реально это может привести либо к уменьшению эффективности установки, либо к ее неработоспособности. Последствия зависят как от положения аппарата в схеме, так и от сечения теплообменника, в котором не выполняются рассматриваемые ограничения.

Задача проверки работоспособности решена лишь для двухпоточных теплообменных аппаратов. Для них созданы графические методы [1, 7] и разработаны эффективные численные алгоритмы [8]. Для многопоточных теплообменников, за исключением частных случаев трехпоточных аппаратов, задача не только не решена, но и не поставлена.

Основной целью данной работы является формулирование условий работоспособности для любых рекуперативных теплообменников, которые вытекают из общих требований II-го начала термодинамики. Кроме того, в ней предлагаются и анализируются алгоритмы определения работоспособности теплообменных аппаратов, исходя из сформулированных условий.