

УДК 621.59

**А.В. Троценко\***, **М.В. Поддубная\*\***

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082

\*e-mail: [trotalex@rambler.ru](mailto:trotalex@rambler.ru)

\*\*e-mail: [marina.sak@mail.ru](mailto:marina.sak@mail.ru)

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВУХПОТОЧНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА В ЦИКЛЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ РАСХОДОВ РАБОЧИХ ТЕЛ

*Предложен метод восстановления термодинамической работоспособности двухпоточных теплообменников путем варьирования в них отношения расходов рабочих тел. Исследованы изменения характеристик детандерного теплообменника и цикла высокого давления в процессе этого восстановления. Показано, что в данном случае эффективным вариантом восстановления является выбор в качестве исходного данного температуры на выходе обратного потока анализируемого теплообменника.*

**Ключевые слова:** Термодинамическая работоспособность. Теплообменный аппарат. Криогенная техника. Цикл высокого давления.

**A.V. Trotsenko, M.V. Poddubnaya**

## TERMODYNAMIC RESTORE OF DOUBLE-FLOW HEAT EXCHANGERS FOR HIGH-PRESSURE CYCLE BY CHANGE OF WORKING SUBSTANCES RATES

*A method for restoring the thermodynamic efficiency double-flow heat exchanger by varying the working substances rates is proposed. Changes in characteristics of the heat exchanger for high pressure cycle are investigated. It is shown, that in this case the effective variant of restoring is choosing as input data the temperature on outputting of return flow analyzed heat exchanger.*

**Keywords:** The thermodynamic performance. Heat exchanger. Cryogenic engineering. The cycle of high-pressure.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Восстановление работоспособности теплообменников является актуальной и распространенной задачей. Поиск в системе «Google» по ключевым словам «восстановление работоспособности теплообменника» только на русском языке дал более 50000 ссылок. Но все они связаны с эксплуатационными проблемами реальных теплообменников, такими как ремонт этих аппаратов, их промывка и очистка.

Между тем, при проектировании и анализе схем энергетических установок также используется понятие работоспособности теплообменного аппарата. Оно сводится к проверке на этапе проектирования выполнения II-го начала термодинамики при условиях на его концах, удовлетворяющих закону сохранения энергии (I-му началу термодинамики). Для того чтобы выделить задачи, связанные с термодинамическим анализом рассматриваемых аппаратов, в данной работе применяется термин «термодинамическая работоспособность».

Способы проверки термодинамической работоспособности теплообменников достаточно широко

представлены в литературе. Известен графический способ решения данной проблемы для двухпоточных аппаратов, предполагающий построение  $q, T$  — диаграммы, где  $q$  — текущее значение тепловой нагрузки,  $T$  — температура. Исследованы возможные виды  $q, T$ -диаграмм для чистых и многокомпонентных рабочих тел [1]. Сделана попытка распространить этот способ на многопоточные теплообменники [2]. Предложен общий критерий их термодинамической работоспособности, основанный на вычислении эксергетических потерь от необратимости процессов, протекающих в многопоточных теплообменниках [3].

В то же время неизвестны литературные источники, в которых бы излагались принципы и анализировались методы восстановления термодинамической работоспособности теплообменников. Особый интерес среди них представляют подходы, позволяющие выполнять это без изменения принципиальной схемы установки. Цель данной работы заключается в разработке способа восстановления термодинамической работоспособности варьированием расходами рабочих тел, а также изучение влияния процесса восстановления на характеристики рассматриваемого теплообменника и