

УДК. 621.564; 621.577

¹Д.Х. Харлампи́ди, доктор техн. наук; ²В.А. Тарасова, канд. техн. наук; ³М.А. Кузнецов, канд. техн. наук^{1,2,3}Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, ул. Дм. Пожарского, 2/10, г. Харьков, Украина, 61046e-mail: ¹kharlampidi@ipmach.kharkov.ua; ²VAT1971@mail.ru; ³childeric@rambler.ruORCID: ¹http://orcid.org/0000-0003-4337-6238; ²http://orcid.org/0000-0003-3252-7619;³http://orcid.org/0000-0002-5180-8830

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДЕНИЯ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ПАРОКОМПРЕССОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМОЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОДХОДА

С термoeкономических позиций дано обоснование выбора оптимальной температуры охлаждения в действительном цикле парокompрессорной холодильной машины при заданном типе компрессора. Предложена методика проведения углубленного эксергетического анализа, разработанная на основе теории эксергетической стоимости. Выявлены причины существования оптимальной температуры охлаждения, соответствующей максимальному значению эксергетического КПД в сверхкритическом парокompрессорном цикле. Исследован эффект взаимовлияния составляющих эксергетических потерь в сверхкритическом цикле холодильной машины. Приведены результаты термoeкономической оптимизации воздуховоздушной холодильной машины, обеспечивающие условия достижения минимального уровня приведенных затрат при работе по сверхкритическому циклу.

Ключевые слова: Сверхкритический цикл. Эксергетический анализ. Термoeкономическая оптимизация.

1. ВВЕДЕНИЕ

Выбор температурных границ термодинамического цикла и температурных напоров в теплообменных аппаратах, при которых возможна эксплуатация холодильной машины с максимальной эффективностью, — противоречивый и далеко непростой вопрос. С ним сталкиваются разработчики холодильных систем в своем стремлении создать одновременно экономичную по эксплуатационным затратам и относительно недорогую по капитальным вложениям установку. Эксергетический метод термодинамического анализа и его технико-экономические приложения, такие как термoeкономический анализ, диагностика и оптимизация, служат мощной теоретической базой, способной облегчить нахождение компромиссного решения между капитальными вложениями и эксплуатационной составляющей расходов в установку.

На сегодняшний день есть все основания утверждать, что холодильные машины (ХМ), спроектированные с привлечением аппарата термoeкономики, имеют хорошие показатели по ресурсу, значительный срок эксплуатации без капитального ремонта компрессорного оборудования, обладают низким уровнем шума вентиляторов и вибраций в гидравлическом контуре циркуляции хладагента.

В этой связи представляются актуальными исследования, направленные на дальнейшее повышение

эффективности ХМ с применением эксергетического метода термодинамического анализа.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Один из способов снижения эксплуатационных затрат — организация энергоэффективной работы ХМ в определенной области температур охлаждения, в которой имеет место максимальный эксергетический КПД [1].

Исследования, проведенные Мартыновским В.С., Мельцером Л.З., Шнайдом И.М., Бродяньским В.М., Минкусом Б.А., Лавренченко Г.К., показали, что существование оптимальной температуры охлаждения $T_{\text{охл}}$, соответствующей максимальному эксергетическому КПД, имеет место для всех типов генераторов холода: парокompрессорных, абсорбционных, термoeлектрических, газовых и газожидкостных. Как отмечают сами авторы [1, 2], наличие оптимальной $T_{\text{охл}}$ является следствием взаимного влияния в действительных циклах внешней и внутренней необратимостей.

Между тем, механизм этого влияния, по нашему мнению, авторами раскрыт недостаточно. В частности не исследован эффект взаимодействия составляющих эксергетических потерь в элементах ХМ и его связь с максимальной эксергетической эффективностью. Следует отметить, что влияние на КПД потерь от необратимости далеко неоднозначно и зависит не только от