

УДК 536.483.001.24(075)

**Г.К. Лавренченко**, доктор техн. наук

Восточноевропейская ассоциация производителей технических газов «СИГМА», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026

e-mail: uasigma@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8239-7587>

## ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДЕНИЯ В ЦИКЛАХ ПАРОКОМПРЕССОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Парокомпрессорные холодильные машины (ПХМ) используются в многочисленных и разнообразных системах охлаждения. При их создании стремятся к уменьшению удельного энергопотребления на производство холода. В качестве одного из способов, снижающих затраты при эксплуатации ПХМ, может рассматриваться организация её работы с оптимальной температурой охлаждения. Для разработки эффективной ПХМ нужно располагать двухпараметрической моделью компрессора, описывающей его объёмные и энергетические характеристики. Сообщается о создании такой модели на основе экспериментального исследования герметичного поршневого компрессора. Эти данные использованы при определении оптимальных температур охлаждения, соответствующих максимальным значениям эксергетических КПД циклов ПХМ с различными потерями от внутренней и внешней необратимости. Установлено, что при наличии этих потерь оптимальная температура кипения хладагента R134a оказывается одной и той же, равной 243 К. Обнаружена консервативность оптимальной температуры охлаждения при существенном изменении потерь от внутренней и внешней необратимости в цикле ПХМ. Это позволяет отдельно решать задачи термодинамической и технико-экономической оптимизации ПХМ.*

**Ключевые слова:** Холодильная машина. Поршневой компрессор. Охлаждение. Термодинамический цикл. Эксергетические потери. Двухпараметрическая модель компрессора. Оптимальная температура охлаждения. Эксергетический КПД.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

На основе парокомпрессорных холодильных машин (ПХМ) создаются многочисленные и разнообразные системы охлаждения. Их характеристики, хотя и невысокими темпами, улучшаются из года к году. Достигается это посредством совершенствования компрессоров и основных аппаратов холодильных машин — конденсаторов и испарителей.

В настоящее время большое внимание уделяется выбору подходящих для них хладагентов и совместимых с ними компрессорных масел. Хладагент в нынешней ситуации должен обеспечивать не только высокую термодинамическую эффективность цикла ПХМ, но также соответствовать основным положениям Монреальского и Киотского протоколов [1, 2].

С учётом указанного при задаваемых значениях температур теплоприемника и теплоотдатчика (источников) нужно стремиться к созданию ПХМ с низким удельным энергопотреблением и по возможности с незначительным влиянием на глобальные атмосферные процессы. Чаще всего при этом теплоприемником является окружающая среда с  $T=T_{o,c}$ , а теплоотдатчиком — охлаждаемый объект с  $T=T_x$ .

В качестве одного из подходов, снижающих экс-

плуатационные затраты, может рассматриваться организация работы холодильной машины при температуре охлаждения  $T_x^{opt}$ , соответствующей максимуму её эксергетического КПД.

Постановка задачи в такой формулировке принципиально отличается от обычно решаемой при создании холодильной машины, когда задают обеспечиваемую ПХМ холодопроизводительность при вполне конкретных температурах источников.

На наличие такой температуры охлаждения в реальной ПХМ, а также других генераторах холода указывал В.С. Мартыновский с соавторами [3]. Позже В.М. Бродянский как редактор монографии [4] в предисловии к ней отмечал, что экстремальный характер зависимости КПД от температуры теплоотдатчика является фундаментальным признаком генератора холода.

В настоящей статье займёмся изучением некоторых аспектов этой полезной для инженерной практики зависимости в приложении к реальной ПХМ.

### 2. БАЗОВЫЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ПХМ

Работа реальной ПХМ сопровождается эксерге-