

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ ЦИКЛОВ АБХМ

Абрамов В. И.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Малинина О. С.¹

¹Университет ИТМО

macidla@yandex.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР № 625113 «Энергоэффективные системы хладоснабжения на основе экологически безопасных технологий абсорбционного охлаждения».

Введение

Согласно Комплексной государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности», утвержденной Правительством РФ в 2023 году, обеспечение энергосбережения в сфере электро- и теплоэнергетики связано с развитием систем когенерации, а также альтернативных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Поскольку абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ) способны осуществлять эффективную выработку холода в системах когенерации [1], а также тригенерации с приводом от ВИЭ [2], исследование и дальнейшее повышение эффективности АБХМ актуально. Решением данной задачи является изучение более сложных (относительно одноступенчатого цикла) конфигураций АБХМ. В частности, в работе [3] выполнен анализ эффективности комбинированного цикла, который объединяет в себе циклы АБХМ с двухступенчатой генерацией и двухступенчатой абсорбцией. Однако для наиболее полной оценки потенциала рассматриваемого термодинамического цикла требуется проведение его сравнительного анализа с другими сложными циклами, в первую очередь с теми, на принципах которых основана его конфигурация.

Основная часть

Цикл АБХМ с двухступенчатой генерацией и двухступенчатой абсорбцией (тип 2) построен на основе конфигурации двухступенчатого цикла (тип 1), так как имеет два растворных контура. Отличие состоит в том, что в исследуемом цикле в данных контурах вместо стандартных одноступенчатых процессов реализованы циклы с двухступенчатой генерацией и двухступенчатой абсорбцией. Для сравнительной оценки представленных конфигураций проведено математическое моделирование каждого цикла с использованием соответствующих методик расчета [3-5]. В качестве сопоставляемых показателей эффективности выбраны значения теплового коэффициента и температуры греющего источника, необходимой для осуществления каждого из рассмотренных циклов. Исследование выполнено при равных входных параметрах внешних источников с изменением температуры охлаждающей воды на входе в абсорберы и конденсаторы АБХМ.

Выводы

Сравнительный анализ сложных термодинамических циклов АБХМ показал следующее. Двухступенчатый цикл (тип 1) имеет самые низкие значения теплового коэффициента (наибольшие затраты тепловой энергии), тогда как цикл с двухступенчатой генерацией – самые высокие. Исследуемый комбинированный цикл обладает более высокими значениями теплового коэффициента по сравнению с двухступенчатым циклом (тип 1). Показатели цикла с двухступенчатой абсорбцией находятся в диапазоне значений, характерных для комбинированного цикла и двухступенчатого цикла (тип 1).

Литература

1. Yousef M. S., Santana D. Energy and exergy analyses of a recompression supercritical CO₂ cycle combined with a double-effect parallel absorption refrigeration cycle // Energy Reports. 2023. Vol. 9. Suppl. 12. P. 195-201. DOI: 10.1016/j.egyр.2023.09.161.
2. Schifflechner C, Irrgang L., Kaufmann F. et al. Optimal integration of different absorption chillers in geothermal trigeneration systems with Organic Rankine Cycles // Proc. 35th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems. Copenhagen, Denmark, 2022. P. 341-352.
3. Абрамов В. И., Малинина О. С. Анализ эффективности абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины с комбинированным циклом // Вестник Международной академии холода. 2025. № 4. С. 19-27. DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-4-19-27.
4. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, тепловых насосов и термотрансформаторов. Ч. 1. Расчет циклов, термодинамических и теплофизических свойств рабочих веществ: Учеб. пособие / Л. С. Тимофеевский, В. И. Пекарев, Н. Н. Бухарин и др. Под ред. Л. С. Тимофеевского. — СПб.: СПбГУНиПТ 2006. — 260 с.
5. Степанов К. И., Мухин Д. Г., Волкова О. В., Бараненко А. В. Анализ COP термодинамического цикла АБХМ с двухступенчатой абсорбцией при получении отрицательных температур охлаждения // Вестник Международной академии холода. 2016. № 1. С. 86–92. DOI: 10.21047/1606-4313-2016-15-1-86-92.