

ОЦЕНКА УГЛЕРОДОЕМКОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ПАРОКОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ С АККУМУЛЯТОРОМ ХОЛОДА

Тамаров В. В. (ИТМО)

Научный руководитель – профессор, доктор технических наук, Бараненко А. В. (ИТМО)

Введение. Воздействие энергетической отрасли на окружающую среду является насущной и актуальной проблемой, что подчеркивается загрязнением, вызванным выбросами парниковых газов, и соответствующим им углеродным следом стран. Производство электроэнергии не является единственной причиной глобального потепления, поскольку потребность в тепловой энергии и охлаждении также вносит значительный вклад. Отопление и охлаждение, как подчеркивает Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, составляют примерно половину мирового конечного потребления энергии. Данные показывают, что спрос на тепловую энергию превышает спрос на электроэнергию (20 %) и транспорт (30 %) и отвечает за более чем 40 % мировых выбросов углекислого газа, связанных с энергетикой.

Основная часть. Главной целью данного исследования является оценка углеродоемкости парокомпрессионной холодильной машины на солнечной энергии с интеграцией вещества с фазовым переходом (ВФП) для аккумулятирования энергии холода и анализ её потенциала в снижении выбросов парниковых газов. Исследование направлено на выявление путей повышения экологической эффективности системы за счет оптимизации использования ВФП, улучшения автономности работы и минимизации зависимости от традиционных источников энергии, особенно в условиях удаленных или не электрифицированных территорий.

Одним из многообещающих решений является интеграция фотоэлектрических систем с технологией охлаждения. Холодильные машины, работающие на солнечной энергии, используют солнечную энергию для удовлетворения потребностей в охлаждении, что хорошо согласуется с тем фактом, что потребность в охлаждении возрастает в периоды высокой солнечной радиации. Эти системы обычно состоят из четырех компонентов: фотоэлектрических панелей, аккумуляторов, системы слежения за максимальной точкой мощности и холодильной машины с компрессионным циклом. Исследования [1] показывают, что такие системы могут достигать значительной автономности, при этом некоторые прототипы работают до 48 часов без внешнего питания. В рамках данного исследования проводились эксперименты с хладагентами с низким потенциалом глобального потепления и изучались стратегии снижения энергопотребления.

Вещества с фазовым переходом (ВФП) представляют собой еще одно ключевое новшество. ВФП накапливают тепловую энергию, меняя фазу (например, твердое тело в жидкость) при постоянной температуре, обеспечивая способ стабилизации систем охлаждения. При сочетании с холодильными машинами, работающими на солнечной энергии, ВФП могут увеличить автономность системы, делая их идеальными для автономных применений. Например, одно исследование [2] продемонстрировало, что использование воды в качестве ВФП увеличило автономность холодильника с 24 часов до почти месяца без необходимости использования электроэнергии из сети. Это прорыв может произвести революцию в сохранении скоропортящихся товаров в отдаленных районах с ограниченным или полным отсутствием доступа к электричеству.

Выводы. Стоит отметить в заключение значительную роль ВФП в повышении экологической и энергетической эффективности парокомпрессионных холодильных машин, работающих на солнечной энергии. Применение ВФП позволяет существенно увеличить автономность системы, снизив зависимость от внешних источников энергии и минимизировав выбросы парниковых газов, связанных как с производством электроэнергии, так и с работой самой холодильной установки. Полученные результаты подчеркивают перспективность дальнейших исследований в направлении совершенствования материалов с фазовым переходом и их интеграции в солнечные холодильные системы для достижения максимальной устойчивости и энергоэффективности.

Список использованных источников:

1. Mohammed Raihan Uddin, Shadman Mahmud, Sayedus Salehin, Md Abdul Aziz Bhuiyan, Fahid Riaz, Anish Modi, Chaudhary Awais Salman. Energy analysis of a solar driven vaccine refrigerator using environment-friendly refrigerants for off-grid locations // Energy Conversion and Management: X. №11, 2021
2. Angelo Maiorino, Fabio Petruzzello, Arcangelo Grilletto, Claudio Cilenti, Ciro Aprea. Achieving off-grid refrigeration in remote areas: A solar-powered vapor compression refrigerator prototype with PCM integration // International Journal of Refrigeration. №169, 2025, P.267-278.