

## СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Немчина И.О. (Университет ИТМО), Камара С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доктор технических наук, Сулин А.Б.  
(Университет ИТМО)

### Аннотация

В работе рассматриваются современные тренды в области систем охлаждения на основе солнечной энергии. Приводятся современные технологии и возможные пути производства солнечного охлаждения. Представлено сравнение коэффициентов преобразования и капитальных затрат для различных технологий солнечного охлаждения.

### Введение.

В последние годы потребление энергии во всем мире резко возросло из-за роста населения, качества жизни и промышленной деятельности. По имеющимся данным в 2017 г. ископаемое топливо по-прежнему составляет 85,2 % мирового потребления первичной энергии по сравнению с 3,5 % возобновляемых источников энергии без учета гидроэнергетики.

Потребление энергии в стандартных холодильных системах очень велико, при этом они, как правило, работают на электроэнергии, вырабатываемой из ископаемых источников, при этом их потребление увеличивает выброс парниковых газов. Эти негативные последствия потребления энергии противоречат весьма оптимистичным амбициям, выраженным на 21-ой конференции (COP 21). Несмотря на то, что развитие энергоэффективных зданий в значительной степени способствовало снижению зависимости отопления помещений от ископаемого топлива спрос на энергию для охлаждения и кондиционирования воздуха продолжает расти из-за увеличения тепловых нагрузок, изменений в архитектуре зданий, и, прежде всего, из-за увеличения спроса на внутренний комфорт. Из-за последствий для холодильной промышленности решений Киотского протокола о сокращении использования некоторых хладагентов с высоким потенциалом глобального потепления возникают новые возможности для использования солнечной энергии в системах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и охлаждения. Учитывая, что спрос на охлаждение увеличивается с ростом интенсивности солнечного излучения, солнечное охлаждение представляется логическим решением.

Таким образом, использование солнечной (фотоэлектрической или тепловой) энергии может внести важный вклад в достижение целей борьбы с изменением климата и для повышения энергетической безопасности, особенно в периоды пикового спроса на охлаждение и отопление соответственно летом и зимой. Среднегодовой общий потенциал ресурсов солнечной энергии составляет около  $1,6 \text{ МВт} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^{-2}$ , что значительно превышает общий средний спрос на энергию на единицу площади.

### Основная часть.

Системы преобразования солнечной энергии представляют собой семейство различных технологий с широким спектром применений. Солнечные технологии могут обеспечивать отопление, охлаждение, освещение и электроэнергию. Типичная солнечная система охлаждения состоит из общей солнечной тепловой системы, состоящей из солнечных коллекторов, резервуаров для хранения тепловой энергии, блока управления, трубопроводов и насосов, а также собственно холодильной машины. Эффект солнечного охлаждения может быть достигнут с помощью различных технологий. Основными системами, доступными на рынке, являются парокомпрессионные холодильные системы, работающие от солнечных батарей (фотоэлектрических панелей), и холодильные машины с

тепловым приводом, работающие от солнечных коллекторов. Существуют также такие технологии, как термоэлектрическое, магнитное охлаждение и термоакустическое охлаждение с электроприводом, которые являются еще одним вариантом для солнечного охлаждения. В дополнение к электрическому солнечному охлаждению, стоит отметить широкое использование солнечной тепловой технологии охлаждения.

Солнечные тепловые системы используют солнечное тепло, а не солнечное электричество для получения эффекта охлаждения. Солнечный коллектор подает тепло «тепловому двигателю» или «тепловому насосу» в теплоиспользующей холодильной машине. Эффективность солнечного коллектора в основном определяется его рабочей температурой.

В целом солнечные тепловые системы охлаждения подразделяются на две группы: термомеханические системы и системы сорбции, которые также состоят из двух различных циклов (замкнутый цикл и открытый цикл).

В солнечных термомеханических системах охлаждения тепловой двигатель преобразует солнечное тепло в механическую работу, что, в свою очередь, приводит в действие механический компрессор парокомпрессионной холодильной машины. В этих системах часто используются двигатели Ренкина и Стирлинга.

Вторым тепловым процессом солнечного охлаждения является процесс сорбции. Сорбционное охлаждение основано на физическом или химическом взаимодействии веществ друг с другом. Процессы сорбции позволяют преобразовать тепловую энергию сразу в холодильную мощность. Среди пар веществ одно вещество при более низкой температуре кипения называется сорбатом, а другое - сорбентом. Сорбат играет роль хладагента. На рисунке 5 показана схема замкнутой сорбционной системы. Аппарат, в котором происходит сорбция, называется поглотителем, а компонент, в котором происходит десорбция, - генератором.

Сорбционные системы, доступные на рынке - это системы абсорбции, адсорбции и эжекторные системы. Среди них, абсорбционные охладители считаются наиболее перспективными для использования солнечной тепловой энергии из-за их надежности и более высокой эффективности.

Многоступенчатые абсорбционные системы охлаждения с высокотемпературными коллекторами перспективны в регионах с высокой интенсивностью солнечного излучения. К сорбционным системам открытого цикла относятся прежде всего системы охлаждения с осушкой, использующие воду в качестве хладагента при непосредственном контакте с воздухом. Цикл охлаждения с тепловым приводом представляет собой комбинацию испарительного охлаждения и осушения воздуха сорбентом.

## **Выводы.**

Солнечные системы охлаждения являются перспективными, и многие научные исследования направлены на улучшение этих технологий с точки зрения эффективности, производительности и стоимости. Внедрение данных технологий способствует достижению целей борьбы с изменением климата путем сокращения потребления энергии от ископаемых источников, а также с позиций энергетической безопасности. Использование солнечной технологии охлаждения в сельскохозяйственных районах с жарким климатом позволит сохранить сельскохозяйственную продукцию и обеспечит решение задачи продовольственной безопасности для населения этих районов.