

УДК 567.9410

ОБЗОР СИСТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ СКРЫТОЙ ТЕПЛОТЫ

Мұқатай Арыстан Зәңгірұлы

arystan.mukatayev@gmail.com

Магистрант первого курса кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,

Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – М.Г. Жумагулов

Повышение цен на традиционные источники энергии и экологическая осведомленность привели к увеличению использования возобновляемых источников энергии и повышению энергоэффективности. В этой ситуации хранение тепловой энергии играет действительно важную роль, поскольку позволяет улучшить управляемость и эффективность различных приложений, таких как солнечные электростанции, теплицы и системы отопления зданий.

Используются три метода хранения тепловой энергии, которые все еще исследуются. Один из них - это явное аккумулирование тепла (SHS), другое - это скрытое аккумулирование тепла (LHS), а последнее - термохимическое аккумулирование. В настоящей работе по-

следние два из них будут представлены в следующих разделах, посвященных хранению при высоких температурах от 200 до 700 °С.

Первый метод (СВС) основан на повышении температуры твердого или жидкого тела для хранения тепла и высвобождении его при понижении температуры, когда это необходимо. Объемы, необходимые для хранения энергии в масштабах, необходимых миру, чрезвычайно велики. Поэтому разрабатываются два других метода. Метод LHS - это среднесрочный метод, а термохимическое хранение - долгосрочный, так как не было так много исследовательских работ и экспериментов, как с двумя другими методами.

Скрытое теплохраниение

Как было сказано во введении, одним из вариантов хранения тепловой энергии является аккумуляция скрытой теплоты. Этот метод основан на использовании материалов с фазовым переходом (PCM). Эти материалы накапливают тепло, когда они переходят из твердого состояния в жидкость, из жидкости в газ или из твердого в твердое (переход одной кристаллической формы в другую без физического фазового перехода). Затем они высвобождают энергию при обратном изменении фазы. Следует отметить, что до сих пор исследования и приложения PCM были в основном сосредоточены на фазовом переходе твердое тело-жидкость.

Емкость системы LHS в конкретном случае превращения твердое тело в жидкость определяется уравнением 1 (Запоминающая способность системы LHS),

$$Q = \int_{T_i}^{T_m} m \cdot C_p \cdot dT + m \cdot a_m \cdot \Delta h_m + \int_{T_m}^{T_f} m \cdot C_p \cdot dT$$

где T_i - начальная температура, T_m - температура плавления, m - масса теплоносителя, C_p - удельная теплоемкость, a_m - расплавленная фракция и Δh_m - теплота плавления на единицу массы (Дж/кг).

Теплота плавления или теплота испарения намного превышает удельную теплоемкость. Благодаря этому скрытые материалы-хранилища обладают большей объемной емкостью хранения энергии, чем разумные материалы-хранилища. Другое преимущество заключается в том, что поглощение и высвобождение накопленной энергии происходит при постоянной температуре, что упрощает выбор материала для использования в различных областях применения.

Материалы для использования в качестве РСМ

Можно найти материалы с теплотой плавления и температурой плавления в желаемом диапазоне, но материал должен проявлять определенные свойства, чтобы стать возможным РСМ. Эти свойства можно разделить на 5 групп: термические свойства, физические свойства, кинетические свойства, химические свойства и экономические свойства [1, 2].

Тепловые свойства материала должны быть:

- Подходящая температура фазового перехода для конкретного применения.
- Высокая скрытая теплота перехода для того, чтобы занимать минимально возможный объем.
- Высокая теплопроводность для обеспечения минимальных температурных градиентов и облегчения зарядки и отвода тепла.

Физические свойства:

- Благоприятное фазовое равновесие для облегчения аккумуляции тепла.
- Высокая плотность, чтобы занимать минимально возможный объем.
- Небольшое изменение объема для облегчения строительства различных необходимых контейнеров и теплообменников.
- Низкое давление пара, чтобы избежать напряжений и проблем с необходимыми емкостями и теплообменниками.

Кинетические свойства:

- Достаточная скорость кристаллизации во избежание переохлаждения.

- Отсутствие переохлаждения, так как затрудняет контроль теплопередачи и истинную температуру плавления, которая в принципе задана.

Химические свойства

- Долговременная химическая стабильность и полный обратимый цикл плавления / замораживания, так как он необходим для работы в течение максимального количества возможных циклов.

- Совместимость с материалами конструкции, так как также необходимо максимально возможное время для работы.

- Нет токсичности по соображениям безопасности.

- Отсутствие опасности возгорания также по соображениям безопасности.

- Невзрывоопасно также из соображений безопасности.

Наконец, с точки зрения экономики, материал должен быть в изобилии, доступным и рентабельным, чтобы помочь в целесообразности использования системы хранения.

Классификация РСМ

Различные материалы, обладающие указанными выше свойствами, классифицируются по разным группам. Одна из возможных классификаций показана на рисунке 1. Есть три основные группы: органические материалы, неорганические материалы и эвтектики.

Выделяют три основные группы: органические материалы, неорганические материалы и эвтектики. Следует отметить, что, как правило, материалы не соответствуют всем свойствам, перечисленным в предыдущем разделе, и необходимо компенсировать конструкцией системы и различными методами улучшения, такими как использование ребер или композитных материалов в виде матриц.

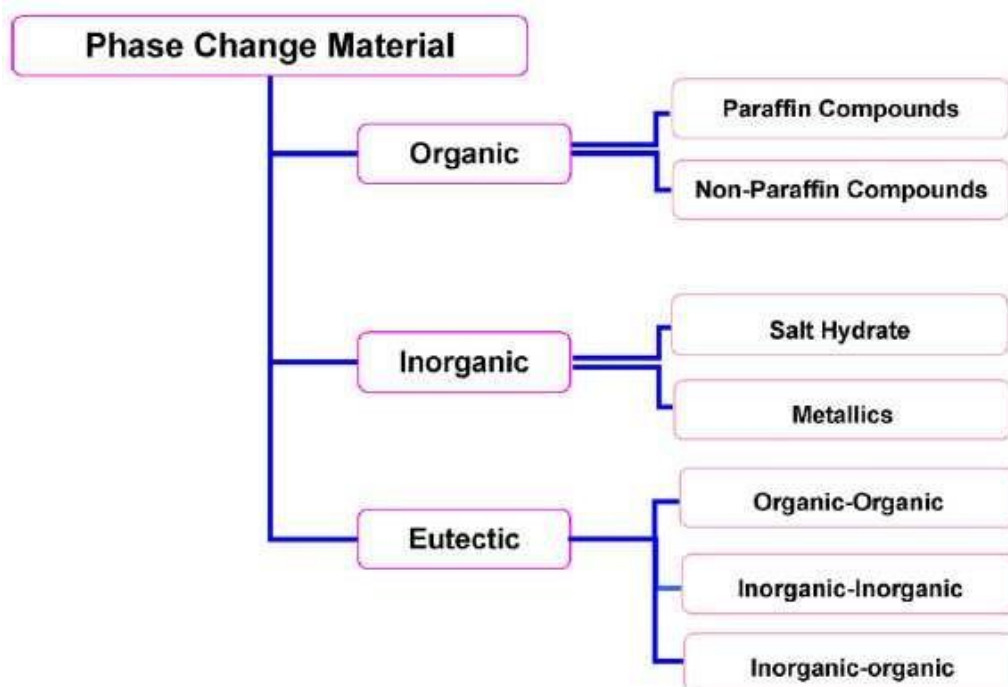


Рисунок 1 - Классификация РСМ [1]

Наконец, есть группа эвтектики. Эвтектика - это композиция с минимальной температурой плавления, состоящая из двух или более компонентов, каждый из которых плавится и замерзает, конгруэнтно образуя смесь составляющих кристаллов во время кристаллизации [3]. В эту группу входят также три разных группы: органо-органические, неорганически-неорганические и неорганико-органические, в зависимости от природы компонентов композиции.

Был проведен обзор систем аккумулирования скрытой теплоты, которые можно найти для высокотемпературных применений. Большой прогресс уже достигнут с созданием нескольких моделей и лабораторных устройств. Тем не менее, предстоит еще многое сделать, чтобы начать коммерциализацию устройств LHS для высоких температур.

Есть еще некоторые проблемы, которые необходимо преодолеть, особенно низкая теплопроводность обычно используемых материалов с фазовым переходом. В этом направлении были изучены разные подходы, и концепция сэндвича на данный момент является наиболее успешной, как уже упоминалось. Тем не менее, макрокапсулирование РСМ, использование композитов и использование металлических материалов - интересные подходы, которым необходимо следовать и изучать дальше.

Список использованных источников

1. Обзор накопления тепловой энергии с использованием материалов и приложений с фазовым переходом, А. Шарма, Университет Кун Шань
2. Технология аккумулирования скрытой теплоты для высокотемпературных применений. – 2010. - № 9. - С. 1229–1239.
3. Джордж А. Теплоаккумулирующие материалы с фазовым переходом. Справочник по тепловому расчету.