

СОЛНЕЧНЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ РСМ (МАТЕРИАЛЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ ФАЗЫ)

Саттаров Сергей Абудиевич
Джизакский политехнический институт,
кафедра «Радиоэлектроника», кандидат
физико-математических наук,
доцент

jizpi_sattarov@list.ru

Халилов Орзикул Джизакский
политехнический институт, кафедра «Физика»,
старший преподаватель,

o_halilov@mail.com

Бобонов Дилмурод Тошпулатович
Джизакский политехнический
институт, кафедра «Радиоэлектроника»,
старший преподаватель,

d.obobonov@gmail.com

АННОТАЦИЯ : Быстро растущая проблема истощения доступных невозобновляемых энергетических ресурсов привлекла внимание всего мира к необходимости надлежащего использования и добычи возобновляемых энергетических ресурсов. Одним из важных возобновляемых источников энергии является солнечная энергия. В последнее время использование РСМ (Phase Change Materials, материалов с фазовым переходом) для хранения тепловой энергии в солнечных водонагревателях стало эффективным способом улавливания и хранения солнечной энергии. Эта статья является кратким изложением анализа того, насколько эффективно можно хранить тепловую энергию с использованием РСМ в системах хранения тепловой энергии солнечных водонагревателей. Предлагается конструкция солнечного водонагревателя использующий РСМ (Phase Change Materials, материалов с фазовым переходом). Эти системы улавливают и сохраняют солнечную энергию в дневное время с помощью РСМ, который позже можно использовать в ночное время для нагрева воды. Показано, что такая конструкция водонагревателя может существенно улучшить эффективность использования.

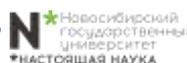
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РСМ (материал с фазовым переходом), солнечный водонагреватель, возобновляемые источники энергии, энергетическая независимость, экологическая устойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Любая человеческая деятельность требует энергии в той или иной форме. Наша потребность в энергии увеличивается день ото дня с каждым достижением в различных областях. Эта постоянно растущая потребность в энергии оказывает сильное давление на невозобновляемые ресурсы, количество которых ограничено. Следовательно, в настоящее время возникла потребность в поиске альтернативных источников энергии, и эта потребность в альтернативных источниках энергии вполне может быть удовлетворена за счет возобновляемых источников энергии при правильном использовании. Основным недостатком возобновляемых источников энергии является то, что они зависят от времени, если рассматривать случай солнечной энергии; доступность ограничена только дневным временем. Поэтому возникает необходимость найти способы улавливания и хранения солнечной энергии для ее легкого использования в ночное время или в пасмурную погоду.

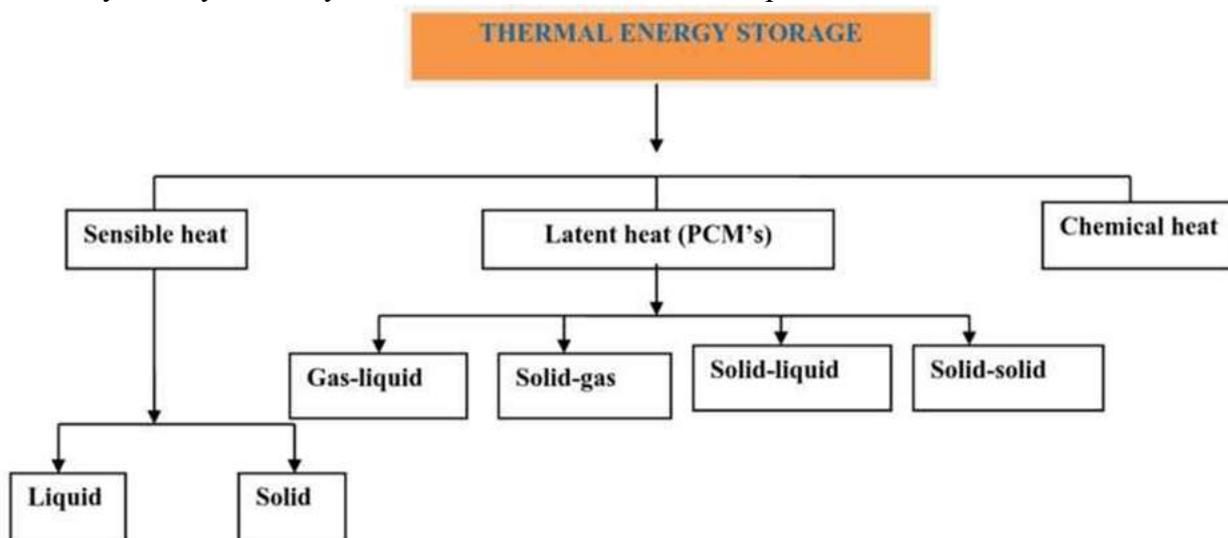
В данной статье мы представляем результаты исследования внедрения РСМ материалов в конструкцию солнечных водонагревателей [1-4].

Методы хранения энергии



Доступны различные формы энергии. Энергия не может быть ни создана, ни уничтожена, она может быть только преобразована из одной формы энергии в другую полезную форму энергии. Различные формы энергии требуют специальных методов для их надлежащего хранения. Эти методы оцениваются по таким факторам, как стоимость (экономика), время, в течение которого может храниться энергия, количество энергии, которое может быть сохранено с помощью определенного метода и т. д.

Существуют следующие способы накопления энергии:



Система хранения тепловой энергии со скрытой теплотой состоит в основном из следующих трех компонентов.

- PCM, эффективно работающий в требуемом диапазоне температур.
- Инкапсуляция PCM (используются в основном цилиндрические алюминиевые контейнеры с надлежащей изоляцией).
- Поверхность для теплообмена, которая будет передавать тепло от окружающей среды к PCM.

PCM (материалы с фазовым переходом)

Некоторые материалы обладают способностью плавиться и затвердевать при определенных температурах, и из-за этого они способны накапливать или выделять большое количество энергии. Такие материалы с присущей им способностью накапливать или выделять энергию при постоянной температуре за счет фазового перехода называются PCM (материалы с фазовым переходом) [6-8].

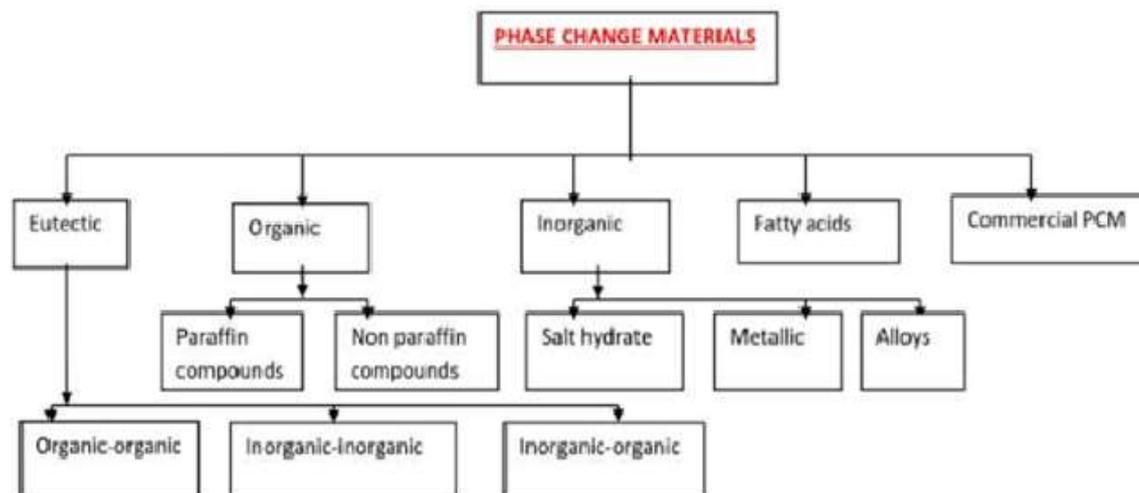
По сравнению с материалами, аккумулирующими явное тепло, PCM обладают значительно большей теплоаккумулирующей способностью (почти в 5-14 раз больше тепла на единицу объема). Выбор PCM для конкретного применения должен основываться на тщательном изучении свойств веществ, поскольку не существует такого материала, который обладал бы всеми свойствами, чтобы стать идеальным PCM. Легкая доступность этих материалов с фазовым переходом также является фактором, который следует учитывать. С точки зрения снижения общих затрат на хранение тепловой энергии следует также учитывать тот факт, что по мере увеличения плотности энергии PCM необходимый объем хранения для данного приложения уменьшается. Следовательно, благодаря этому общая площадь, необходимая для хранения, может быть снижена, а необходимое количество тепла может храниться по сравнительно более низкой цене.

В настоящее время PCM стали важным компонентом улавливания и хранения тепловой энергии и используются в различных устройствах хранения тепла. Тем не менее, характеристики PCM еще предстоит улучшить, чтобы они еще больше приблизились к тому, чтобы стать идеальными материалами для улавливания тепловой

энергии. РСМ благодаря своей стабильности при высоких рабочих температурах, а также благодаря своей высокой способности накапливать тепло, эти материалы очень полезны и в будущем найдут еще большее применение в области сбора и хранения солнечной энергии.

Самое важное свойство, которым должен обладать РСМ в системе хранения тепловой энергии, чтобы он мог эффективно работать это - высокая скрытая теплота плавления, удельная теплоемкость и теплопроводность.

Вообще, на сегодняшний день РСМ квалифицируются следующим образом:



Для примера, рассмотрим парафин, как один из представителей веществ с изменяемой фазой при комнатных температурах. Одним из наиболее надежных материалов с фазовым переходом, который широко используется в настоящее время в качестве материала для хранения тепла в большинстве теплоаккумулирующих устройств, является парафин. Парафин широко используется из-за его свойств, таких как большая скрытая теплота и тепловые характеристики. Термическими характеристиками парафина являются различная температура фазового перехода, низкое давление паров в расплавленном состоянии, незначительное переохлаждение, заметная термическая и химическая стабильность, а также самозарождение. Системы, использующие парафин в качестве материала с фазовым переходом в своих накопителях тепловой энергии, испытывают длительный цикл отвердевания-расплавления. Парафин состоит из смеси длинноцепочечных n-алканов $[CH_3-(CH_2)-CH_3]$. Такие свойства, как скрытая теплота плавления и температура плавления, увеличиваются по мере увеличения длины цепи. Доступность в широком диапазоне температур является важным преимуществом парафина и, следовательно, используется в качестве материала для хранения тепла плавления. Например: -гексадекан, пентадекан, тетрадекан и т.д.

Разновидность парафина	Точка затвердевания (°C)	Теплота плавления (KJ/Kg)
5838	47-50	189
6499	66-68	189
P116	45-48	210
6403	62-64	189

Мы провели полное исследование того, как на самом деле работает накопитель тепловой энергии солнечного водонагревателя, и сделали соответствующие выводы.

Исследуемая система состоит из трех блоков

- блок солнечного коллектора
- двухтрубный накопитель тепловой энергии
- хорошо изолированный резервуар для хранения воды

Процедура аккумуляции и отдачи тепла:

1) Процесс зарядки осуществляется только в дневное время, когда доступно солнечное излучение.

2) Для зарядки клапан 1 остается открытым, а клапан 2 закрыт, и холодная вода проходит через солнечный коллектор.

3) Вода поглощает тепло, и часть этой нагретой воды направляется через блок накопления тепла для зарядки РСМ, а оставшаяся часть нагретой воды направляется в резервуар для хранения воды.

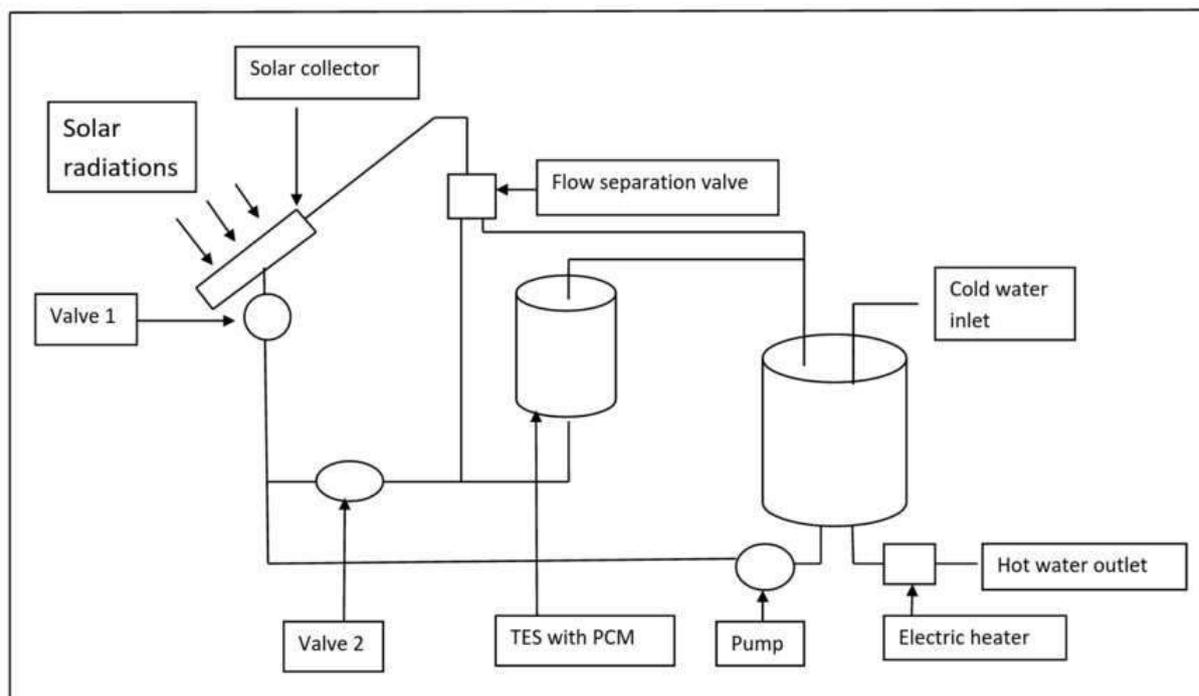
4) В ночное время сброс происходит при отсутствии солнечной радиации, вентиль 1 остается закрытым, а вентиль 2 открыт, чтобы пропускать холодную воду через систему хранения тепловой энергии.

5) Происходит отвод тепла в холодную воду, одновременно с этим РСМ начинает затвердевать и, полностью затвердев, РСМ можно снова использовать для зарядки.

6) Этот процесс продолжается до конца теплового жизненного цикла ПКМ.

7) Для поддержания постоянной температуры на выходе в желаемом диапазоне к резервуару для хранения воды также присоединен электрический нагреватель [9-10].

В настоящее время для нагрева воды и хранения тепловой энергии используются



различные типы солнечных водонагревателей. В этом исследовании мы получили полную информацию о том, как использование РСМ повысило тепловую эффективность солнечного водонагревателя с интегрированным коллектором и материалами с фазовым переходом. Вся эта экспериментальная установка и исследование были проведены для проверки производительности систем с использованием и без использования РСМ. Исследование было направлено на выдвижение идей по снижению тепловых потерь в ночное время. Использовалась схема интеграции РСМ, непосредственно в накопительном баке и размещение РСМ в полости вакуумной трубки. Расчет показал, что если принять разный уровень солнечной инсоляции от 200 до 1000 Вт/м², при объеме бака 200 л и площади водонагревателя 2,6 м² максимальная емкость тепла резервуара с водой будет равна 21 кВт*час (с учетом, что вода нагревается до кипения). Если принять, что средняя дневная сумма солнечной радиации равна 8 кВт*час/м², тогда средняя суточная сумма солнечной энергии для

водонагревателя равна 27 кВт*час. Отсюда следует, что применение РСМ материалов ликвидируют потерю тепла через выброс пара до и после кипения воды в резервуаре и позволит дополнительно сохранить тепло на ночное время от 5 до 10 кВт*час тепловой энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье внимание было уделено изучению того, как использование РСМ улучшает накопление тепловой энергии и все различные приложения.

Сделаны следующие выводы:

- Использование РСМ повысило производительность системы в ночное время.
- Снизился коэффициент ночных тепловых потерь в системах
- Чем больше скрытая теплота РСМ, тем меньше тепловые потери в ночное время.

В области аккумулирования тепловой энергии достигнут огромный прогресс, но еще есть возможности для дальнейшего продвижения в этой области.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- [1] M.H. Mahfuz, M.R. Anisur, M.A. Kibria, R. Saidur, I.H.S.C. Metselaar :-“ Performance investigation of thermal energy storage system with Phase”. International Communications in Heat and Mass Transfer 57 (2014) 132–139.
- [2] Zhangyuan Wang, FengQiu, WanshengYang, XudongZhao. “Applications of solar water heating system with phase change material”. Renewable and Sustainable Energy Reviews 52(2015)645–652.
- [3] Hussain H. Al-Kayiem, Saw C. Lin :- “Performance evaluation of a solar water heater integrated with a PCM nanocomposite TES at various inclinations”. Solar Energy 109 (2014) 82–92
- [4] M. Rezaei, M.R. Anisur, M.H. Mahfuz, M.A. Kibria, R. Saidur, I.H.S.C. Metselaar :-“ Performance and cost analysis of phase change materials with different melting temperatures in heating systems”. Energy 53 (2013) 173e178
- [5] Monia Chaabane, Hatem Mhiri, Philippe Bournot :-“ Thermal performance of an integrated collector storage solar water heater (ICSSWH) with phase change materials (PCM)”. Energy Conversion and Management 78 (2014) 897–903
- [6] S.O. Enibe:-“ Thermal analysis of a natural circulation solar air heater with phase change material energy storage”. Renewable Energy 28 (2003) 2269–2299
- [7] Kinga Pielichowska, Krzysztof Pielichowski:-“ Phase change materials for thermal energy storage”. Progress in Materials Science 65 (2014) 67–123
- [8] T. Kousksou, A.Jamil, T.ElRhafiki, Y.Zeraouli:-“ Paraffin wax mixtures as phase change materials”. Solar Energy Materials & Solar Cells 94 (2010) 2158–2165
- [9] Suprabhat A.Mohod, Sachin R. karale:-“ Review on solar water heater with phase change materials”.
- [10] Zhihua Zhou a, ZhimingZhang a, JianZuo b,n, KeHuang a, LiyingZhang:-“ Phase change materials for solar thermal energy storage in residential buildings in cold climate”. Renewable and Sustainable Energy Reviews 48(2015)692–703