



LowTEMP2.0

Тепловые, солнечные и хранилища из материалов с фазовым переходом

Введение

Введение - Политика и цели в области защиты климата

Введение

Системы энергоснабжения и НЦТ

Системы энергоснабжения в регионе Балтийского моря

Энергетические стратегии и пилотные проекты

Методология разработки энергетических стратегий

Пилотные энергетические стратегии – цели и условия

Пилотные энергетические стратегии – Примеры

Пилотные проекты

Расчет выбросов CO₂

Расчет анализа жизненного цикла

Финансовые аспекты

Анализ затрат жизненного цикла проектов НЦТ

Экономическая эффективность и пробелы в финансировании

Заключение договоров и модели платежей

Бизнес-модели и инновационные структуры финансирования

Технические аспекты

Системы труб

ТЭЦ

Большие солнечные тепловые системы

Избыточное и бросовое тепло

Большие системы тепловых насосов

Конверсия электроэнергии в тепло и газ

Тепловые, солнечные и хранилища из материалов с фазовым переходом

Системы тепловых насосов

Низкотемпературное теплоснабжение и отопительные средства

Подготовка питьевой воды

Системы вентиляции

Лучшие практики

Лучшие практики – часть 1

Лучшие практики – часть 2

1. Тепловые хранилища

Сезонное хранение тепловой энергии

Существует 4 различных способа сезонного хранения тепловой энергии:

- BTES = скважинный накопитель тепловой энергии
- TTES = Резервуарное тепловое хранилище
- PTES = Тепловое хранилище - яма
- ATES = Тепловое хранилище водоносного горизонта
- В зависимости от местных условий системы имеют различные преимущества и недостатки

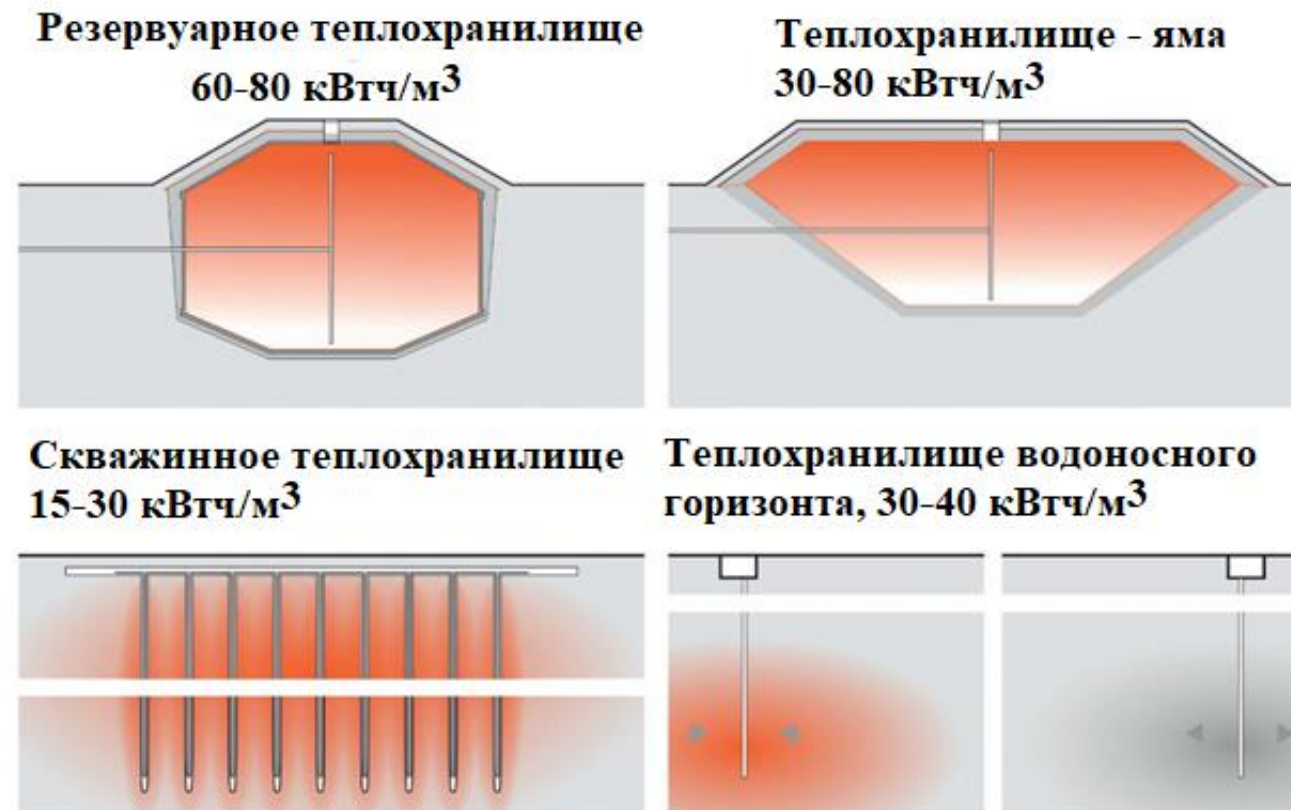


Рис 1: Типы сезонного хранения солнечного тепла, source: www.ikz.de

2. Солнечное ледохранилище

- ❖ Техническая информация
- ❖ Различные компоненты
- ❖ Преимущества и недостатки

Солнечное ледохранилище

- Хранилище тепловой энергии необходимо для преодоления разрыва между спросом и предложением возобновляемых источников энергии
- Вода накапливает солнечную тепловую энергию при низких температурах
- Тепловой насос извлекает тепловую энергию из воды
- Обратимый процесс, который также обеспечивает охлаждение

- Основные компоненты:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Солнечный коллектор (1) | Блок управления (2) |
| Ледохранилище (3) | Резервуар горячей воды (4) |
| Нагревательный
буферный бак(5) | Тепловой насос (6) |

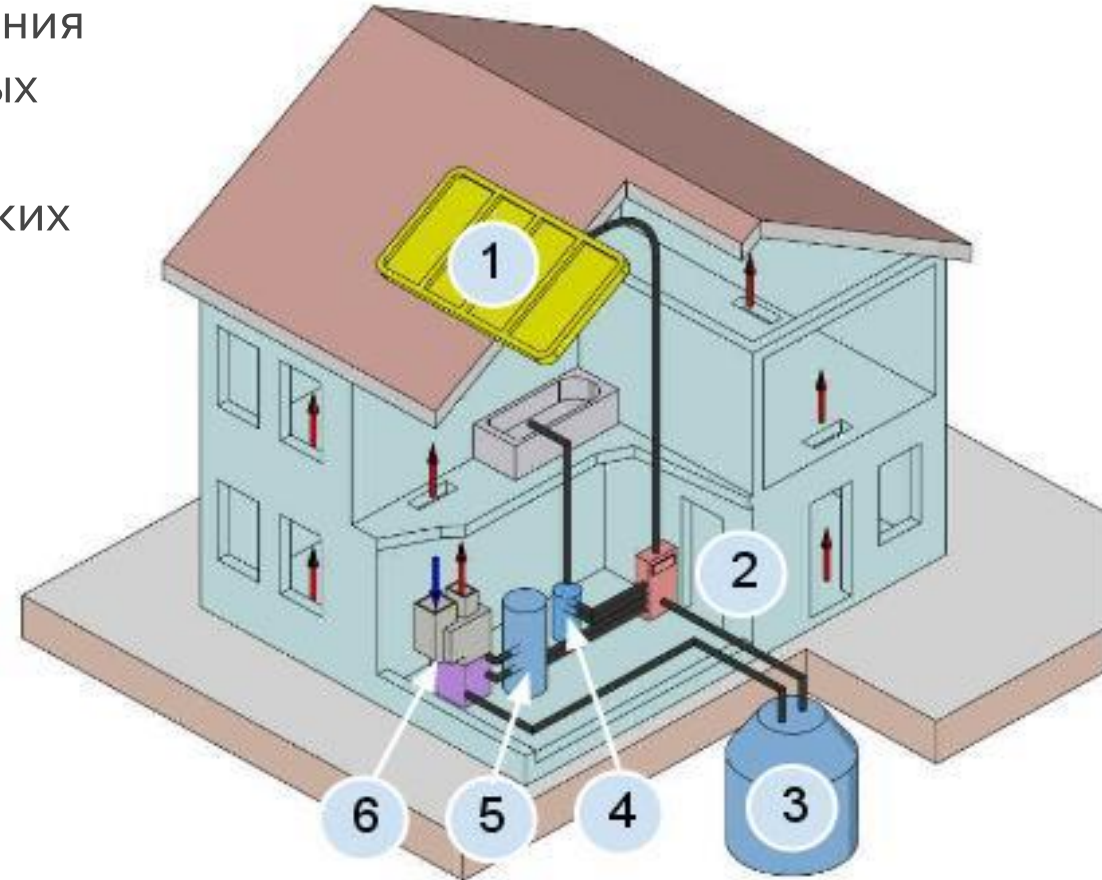


Рис 2: Концепция солнечного ледохранилища, источник: solar ice tec

Солнечное ледохранилище



LowTEMP2.0

- Используется фазовый переход от жидкого состояния к твердому (замороженному) для хранения и высвобождения скрытого тепла
- Скрытое тепло = обменная теплота без изменения температуры
- Контактное тепло = обменное тепло, которое изменяет температуру системы/ тела
- Может хранить больше энергии в меньшем пространстве
- Отсутствие необходимости в изоляции из-за низких температур

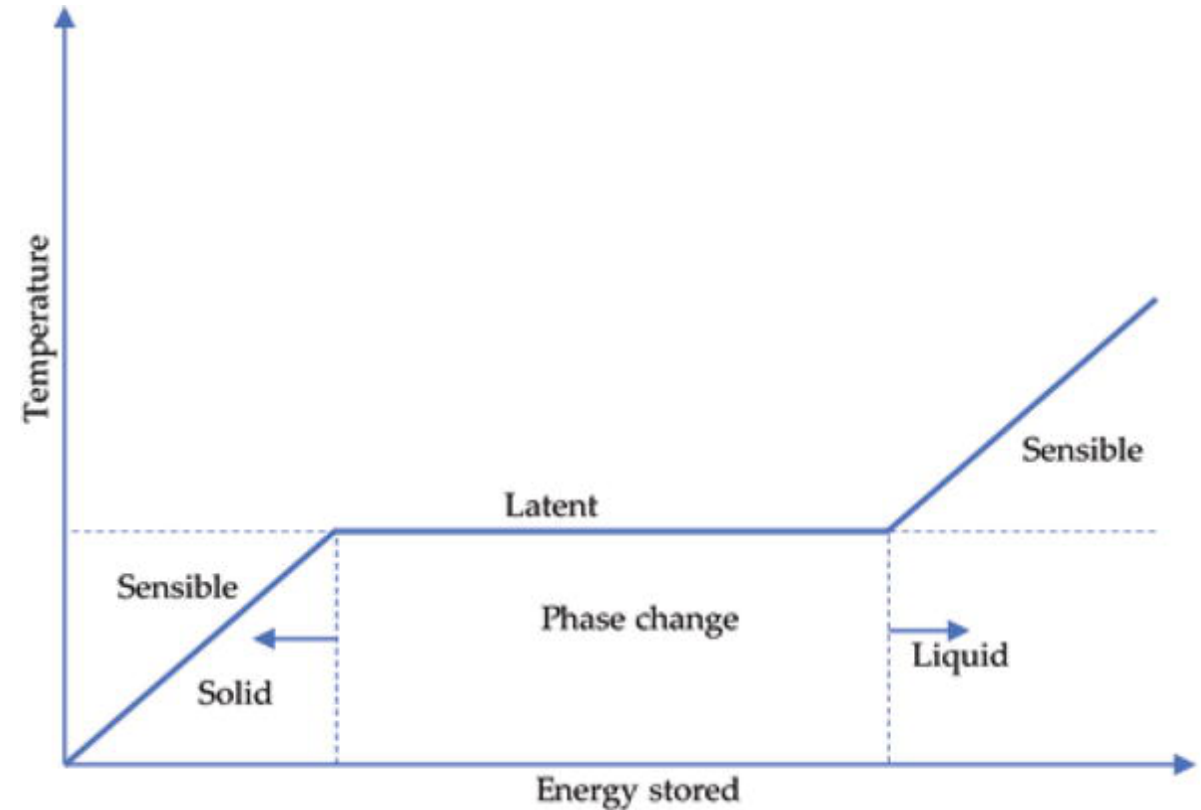


Рис 3: Контактное и скрытое тепло, source: Getu Hailu (2018)

Компоненты

Солнечные коллекторы

- Обычно устанавливаются на крыше
- Открытые коллекторы без покрытия для высокоэффективной работы
- Солнечное излучение и тепло окружающего воздуха
- Регенерируют ледохранилище и являются прямым источником тепла для системы отопления
- Очень эффективны в холодные дни с низким уровнем излучения по сравнению с другими солнечными тепловыми модулями

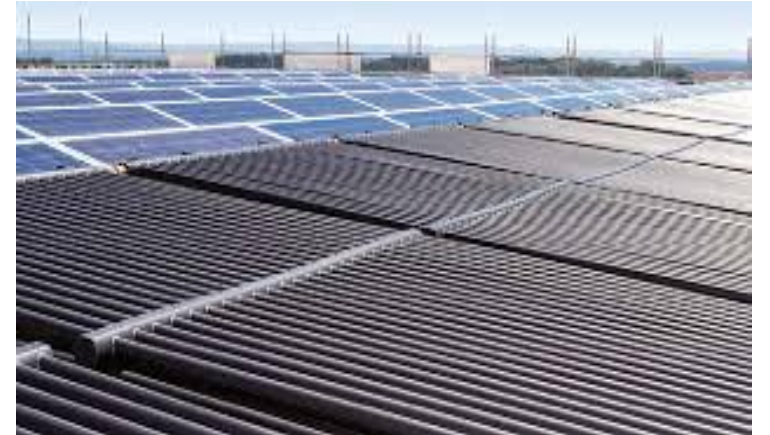


Рис 4: Солнечные коллекторы, source: Viessmann

Компоненты

- Установка ледохранилища
 - большой цементный блок установленный под землей
 - вода хранится при температуре $0^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$
 - тепловой насос извлекает тепло из воды до замерзания
 - фазовый переход от жидкого состояния к твердому -> скрытое тепло
 - трубы теплообменника установлены для контролируемого замораживания без повреждений



Рис 5: Система труб установки ледохранилища, sources: Viessmann, © ZEBAU GmbH

Компоненты

- Тепловой насос
 - Подключает накопитель к системе отопления
 - Извлекает тепло из воды до тех пор, пока она не замерзнет, фазовый переход обеспечивает скрытый тепловой потенциал
 - Передает и распределяет тепло напрямую или в буферный резервуар системы отопления
 - Электрический вход, необходимый для работы теплового насоса
 - Высокая изоляция и эффективное отопление могут привести к КП = 5, что означает, что он генерирует 5 кВт * ч при вводе 1 кВт * ч

Преимущества

Низкие выбросы CO₂ за счет использования возобновляемых источников энергии и скрытого тепла

Низкие затраты на техническое обслуживание, повторное использование воды вместо пополнения, процесс может быть повторен несколько раз

Отопление и охлаждение от одной системы

Гораздо большая емкость для энергии, чем тепловое хранилище воды того же размера

Может использоваться в различных зданиях, новых и отремонтированных, частных и общественных
Строительство солнечных хранилищ финансируется

Экономит до 50% затрат на отопление и 99% затрат на охлаждение по сравнению со стандартными системами

Недостатки

Для работы теплового насоса требуется электричество.

Высокие затраты на установку, потому что для эффективной системы требуется много различных компонентов.

При хранении энергия теряется, уходя в окружающую землю

Обязательно должно быть доступно необходимое пространство

Внедрение в существующие здания целесообразно только при общем ремонте системы отопления

Солнечные ледяные хранилища могут быть хорошим решением по хранению тепловой энергии для максимального использования возобновляемых источников энергии:

- Низкая рабочая температура – низкотемпературная система отопления
- Высокая эффективность для участков с низким солнечным излучением
- Дорогостоящая установка, требования к пространству и солнечная установка на крыше
- Многократное использование – системы охлаждения “заряжаются” на следующий отопительный период
- Хорошие КП (коэффициент производительности) для тепловых насосов
- Хранилища из материалов с фазовым переходом дорогие и редкие, но они могут поддерживать эффективность различных систем
- Очень много разных вариантов реализации
- Исследования расширят их возможности в будущем

3. Хранилища из материалов с фазовым переходом

Общее назначение

Свойства и использование

Хранилища из материалов с фазовым переходом

Общее назначение

- Материалы с фазовым переходом
- Временное хранение с использованием скрытого тепла во время фазового перехода
- Обратимый процесс!
- Менее распространены в качестве единиц хранения, чем солнечные ледохранилища (вода)
- Может быть твердым (гранулы, шарики) или жидким (жидкость с фазовым переходом)
- Встроенный в теплопередающую жидкость
- Может быть органическим, неорганическим или эвтектическим (2 или более компонентов)

Хранилища из материалов с фазовым переходом

Свойства и использование

- Используется в стенах, потолочных досках и др. для пассивного регулирования температуры
- Блоки кратковременного хранения с более низкими требованиями к пространству из-за скрытого тепла
- Децентрализованные системы охлаждения
- Используется даже в душевых головках, чтобы быстрее обеспечить теплую воду

	Органические	Неорганические
Преимущества	Отсутствие коррозии. Низкое или отсутствующее переохлаждение Химическая и термическая стабильность	Большая энтальпия фазового перехода
Недостатки	Ниже энтальпия фазового перехода Низкая теплопроводность Воспламеняемость	Коррозия при переохлаждении Отсутствие термической стабильности Разделение фаз/ сегрегация

Хранилища из материалов с фазовым переходом



Рис 6: Различающиеся характеристики хранилищ из материалов с фазовым переходом, source: Getu Hailu (2018)

Реализация

Сезонные теплохранилища

Пилотные проекты (солнечные ледохранилища и хранилище из материалов с фазовым переходом)

Сезонное хранение тепловой энергии

Централизованное теплоснабжение с сезонной тепловой энергией: *Солнечное сообщество Дрейк-Лэндинг*

- 52 односемейных дома с солнечными батареями
- Энергоцентр с кратковременным хранением, скважинным накопителем тепловой энергии (глубина 37 м)
- В среднем **96%** потребности в отоплении покрывалось в последние 12 лет
- КП=3 для эффективности теплового насоса
- Температура от 37 °С до 50 °С для отопительных контуров

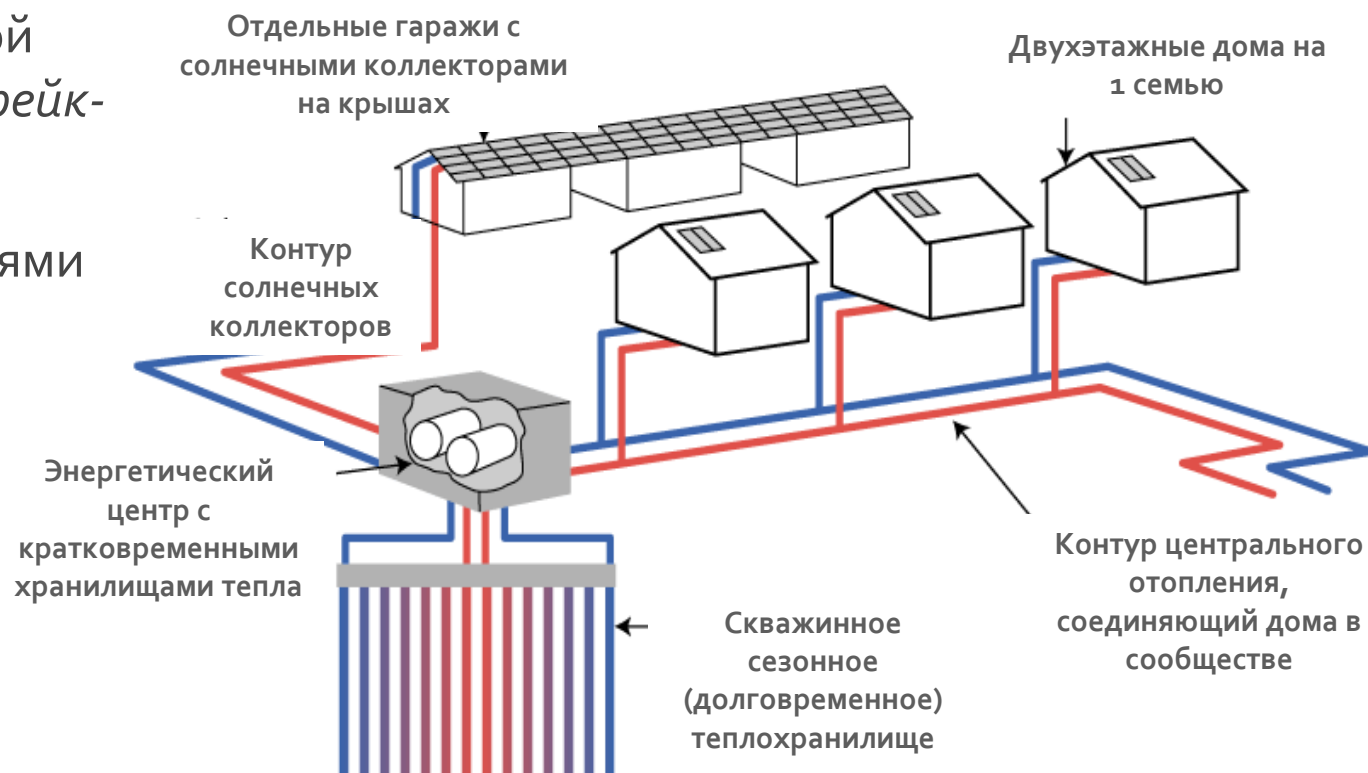


Рис 7: Солнечное сезонное хранение и районный цикл, Солнечное сообщество Дрейк-Лэндинг, source: dlsc.ca

Энергетическое ледохранилище в Рендсбурге (Германия)

- Два энергоцентра, которые подключены к хранилищу (560 м³):
 - “Крейшаус”: электрический тепловой насос, 3 тепловых насоса на природном газе, котельная на природном газе (23 солнечных коллектора)
 - “Uhrenblock”: электрический тепловой насос, 2 тепловых насоса на природном газе, котельная на природном газе
- Ежегодно экономится 170 тонн парниковых газов
- Был удостоен звания “ Энергетическая коммуна месяца” Агентством по возобновляемым источникам энергии.



Рис 7: Энергетическое ледохранилище , вид снаружи, source: www.energie.blog

Теплохранилище из материалов с фазовым переходом: Futurium в Берлине

- Здание служит сценой, музеем, лабораторией и форумом
- Керосиновый скрытый теплоаккумулирующий резервуар на основе технологии *Heat sels* : 55,000 единиц
- 5 резервуаров общим объемом 50 000 л, емкость хранения более 1 МВтч
- Резервуар для хранения абсорбционного охладителя имеет постоянную температуру приема и отдачи 12 °С



Рис 8: Heat cells – тепловые ячейки (материал с фазовым переходом) в теплоизолированном хранилище (слева) и здание Futurium в Берлине (справа) source: www.em-power.eu

Пилотные проекты

- Хранилище из материалов с фазовым переходом для промышленных и общественных зданий
 - Университет естественных наук, Норвегия резервуар объемом 200 м³ для покрытия пиковых нагрузок
 - Аэропорт Берген, Норвегия четыре резервуара объемом 60 м³ для охлаждения терминала 3
- Солнечное ледохранилище для отеля Riva, Германия
 - Большие потребности в отоплении и охлаждении 80 м² солнечных панелей, 175 м³ накопителя -> покрывает все потребности в охлаждении и большинство потребностей в отоплении



Рис 9: Ледохранилище в процессе постройки, source: solaricetec.com

ZEBAU GmbH Centre for Energy, Construction, Architecture and the Environment

Jan Gerbitz
Andreas Broßette
Merle Petersen

Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Germany

E-mail: info@zebau.de
Tel: +49 40 - 380 384 - 0
www.zebau.de

Перевод и адаптация: АНО Центр энергетической
эффективности,
Анна Голованова, Александр Бердино



Адрес: 185035 Петрозаводск, ул.
Энгельса 10, офис 504.
Тел/факс: +7 (8142) 76 93 91,
Сайт: <http://kaeec.org>
Эл.почта: kaeec@sampo.ru,
Twitter: https://twitter.com/ano_eec