

*А. В. Щегольков, А. В. Щегольков, А. А. Попова\**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА С ДОЛГОВРЕМЕННЫМ ХРАНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ**

Повышение эффективности технологического оборудования, в котором происходят периодические тепловые процессы (варочные аппараты, сушильные шкафы, выпарные установки и т.д.), возможно путем использования тепловых аккумуляторов. Для разработки систем тепловой аккумуляции необходимо решить ряд задач: выбор материалов и типа теплообменного оборудования, оптимизация режимно-конструктивных параметров.

Для тепловых аккумуляторов наиболее рационально использовать материалы с фазовым переходом (церезин, парафин, воск, кристаллогидраты и т.д.), что обеспечит снижение массогабаритных параметров и облегчит установку теплообменных элементов непосредственно в теплоаккумулирующем материале.

В этом отношении весьма актуальным является разработка новых типов накопителей тепловой энергии, которые позволяют хранить энергию без существенных потерь энергии в окружающую среду в

---

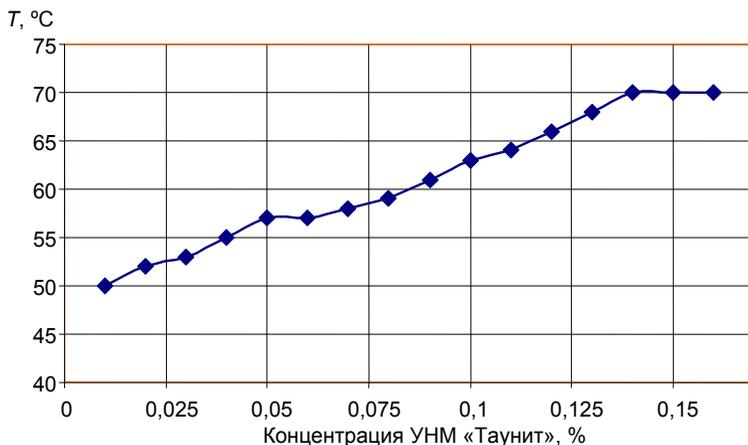
\* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2014 г. в рамках Девятой научной студенческой конференции ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» и выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры «ТТНП» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А. В. Щеголькова.

течение длительного времени (от нескольких часов до нескольких месяцев). При этом тепловой аккумулятор должен выполнять функцию короткоциклового зарядки и разрядки, когда циклический процесс имеет небольшую паузу.

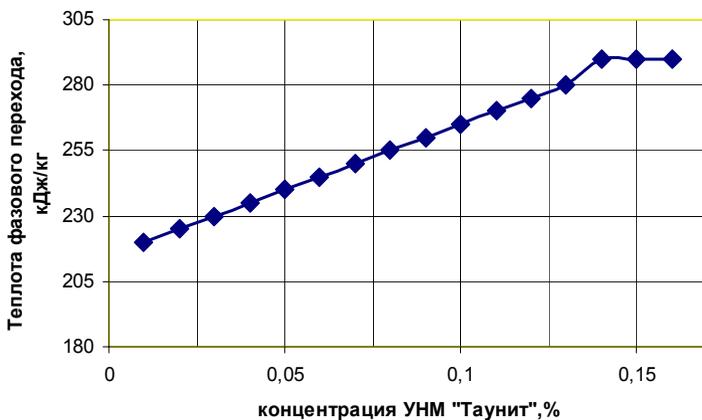
С целью решения вопроса о долговременном хранении тепловой энергии стоит обратить внимание на водно-солевые смеси, к примеру, ацетат натрия, который при кристаллизации выделяет теплоту (и в общем имеет два устойчивых состояния: жидкое и твердое). Для ацетата натрия фазовый переход, связанный с выделением теплоты, приводит к превращению его в твердое состояние из жидкого, после механического воздействия (обратный переход возможен при нагреве до  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что обеспечивает его переход в жидкое состояние). Нахождение в жидком состоянии обеспечивает возможность долговременного удержания теплоты, так как температурный режим соответствует температуре окружающей среды. Тепловыделения в материале возможно контролировать, организуя в нужный момент кристаллизацию путем механического воздействия.

Однако, у ацетата натрия относительно невысокая температура тепловыделений (до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Для того чтобы обеспечить увеличение температуры экзотермической реакции, был использован углеродный наноматериал серии «Таунит», что позволило увеличить температуру экзотермической реакции до  $60\text{...}70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 1) и теплоту фазового перехода (кристаллизации) до  $300\text{ кДж/кг}$  (рис. 2).

На рисунке 3 представлены экспериментальные образцы модифицированного ацетата натрия, размещенные в силиконовые оболочки.

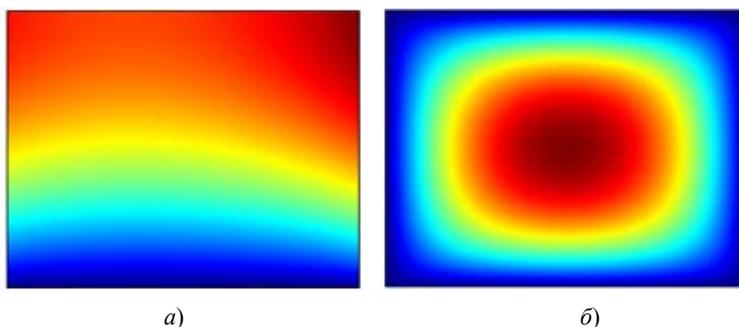


**Рис. 1.** Влияние концентрации УНМ на температуру фазового перехода

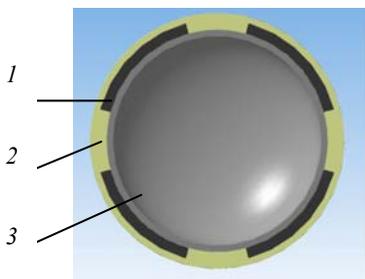


**Рис. 2. Влияние концентрации УНМ на теплоту фазового перехода**

**Рис. 3. Внешний вид модифицированного ацетата натрия (в заряженном состоянии)**



**Рис. 4. Распределения температурного поля на поверхности наномодифицированного ацетата натрия в режиме разрядки:**  
*а* – инициация тепловыделений с верхнего правого края образца;  
*б* – инициация тепловыделений в центре образца



**Рис. 5. Расположение системы тепловой аккумуляции на технологическом аппарате:**  
 1 – теплоаккумулирующий модуль на основе наномодифицированного ацетата натрия;  
 2 – тепловая изоляция;  
 3 – корпус технологического аппарата

На рисунке 5 представлено расположение системы тепловой аккумуляции на основе наномодифицированного ацетата натрия на технологическом аппарате.

Преимущества наномодифицированного ацетата натрия, необходимые для применения его в системах тепловой аккумуляции:

- высокая плотность накопления тепловой энергии;
- возможность подбора и расширения диапазона фазового перехода;
- возможность подзарядки от электрической сети;
- возможность массового выпуска и низкая себестоимость;
- не токсичен;
- позволяет организовать следящий тепловой контакт с технологическим объектом;
- тепловой аккумулятор на основе наномодифицированного ацетата натрия может принимать любые геометрические конфигурации.

Проведенные исследования позволили экспериментально установить эффект расширения температурного диапазона фазовых переходов в ацетате натрия при модифицировании углеродными наноматериалами, что дает возможность повысить эффективность использования этого материала в теплоаккумулирующих системах.

### Список литературы

1. *Васильев, Г. П.* Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли : монография / Г. П. Васильев. – Москва : Граница, 2006. – 173 с.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»  
 ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*