

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ОО ВПО Донецкая  
академия транспорта

И.И. Энглези

2018 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Соболева Александра Юрьевича «Исследование фазовых превращений в кристаллогидратах солей натрия и их смесях для применения в установках теплоаккумуляции», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика»

### **Актуальность для науки и практики.**

Среди задач современной теплоэнергетики одними из основных являются технологии с использованием теплоаккумулирующих материалов фазового перехода типа плавление-кристаллизация. Теплоаккумулирующие материалы (ТАМ) широко используются в строительном деле, в медицине, при транспортировке и хранении пищевых продуктов, а также на различных видах транспорта (воздушном, водном, железнодорожном и автомобильном) и пр. Особенно важно их использование в системах прогрева двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств с элементами ускоренного прогрева и утилизации теплоты. Поэтому тепловым аккумуляторам предъявляется основное условие – снижение затраты топлива при поддержании температуры системы охлаждения транспортного средства при выключенном двигателе в условиях низких температур.

Очевидно, что эффективность работы теплового аккумулятора всецело зависит от критерия выбора и направления поиска наиболее перспективных ТАМ, среди которых особое место занимают кристаллогидраты различных водно-солевых систем. Вместе с тем опыт показывает, что использование тех или иных материалов для аккумуляирования тепла осуществляется, скорее, методом проб и ошибок, а не в результате систематических целенаправленных исследований. В этой связи диссертационную работу А.Ю.Соболева можно считать достаточно актуальной, как в научном, так и в прикладном отношении.

## Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Среди основных научных результатов, полученных автором, следует отметить следующие:

1. Методами термического анализа получен массив новых экспериментальных данных по изучению фазопереходных явлений типа плавление – кристаллизация в индивидуальных кристаллогидратах: в десятиводном карбонате натрия (КН-10), трёхводном ацетате натрия (АН-3), десятиводном сульфате натрия (СН-10), пятиводном тиосульфате натрия (ТСН-5) из собственной кристаллизационной воды и из водных растворов соответствующих солей.

2. Установлены особенности фазопереходных явлений в перечисленных кристаллогидратах, имеющих важное значение при разработке теплоаккумулирующих материалов для их эффективного использования в аккумуляторах теплоты фазового перехода. Это:

- выбор оптимального состава ТАМ;
- выбор ТАМ, обладающих наибольшим теплосодержанием;
- выявление температурных интервалов «работоспособности» ТАМ;
- установление условий устойчивости ТАМ при их многократном термоциклировании и периодическом переходе из жидкого состояния в твердое и наоборот;
- установление условий, снижающих переохлаждаемости кристаллогидратов при охлаждения и кристаллизации.

3. Впервые построены равновесные и неравновесные диаграммы состояния в системах КН-10 – ТСН-5, КН-10 – АН-3, АН-3 – СН-10, а также заэвтектических областей водных растворов кристаллогидратов соответственно КН-10, АН-3, СН-10, ТСН-5.

4. Установлена общая для всех растворов тенденция к уменьшению переохлаждения по мере приближения состава к эвтектическому, что позволяет рекомендовать эвтектические смеси к использованию в качестве ТАМ.

5. Новые экспериментальные результаты, полученные автором, имеют важное значение для развития науки о кристаллизации водных растворов солей, особенно при образовании кристаллогидратов. Показана применимость основных положений термодинамики и кинетики зародышеобразования и массовой кристаллизации применительно к кристаллогидратам при их образовании из

собственной кристаллизационной воды и из водных растворов. Установлена тесная связь между фазовыми превращениями и явлениями гидратации и дегидратации. Изменение в структуре кристаллогидратов при плавлении и кристаллизации послужили причиной пересмотра традиционных диаграмм в системе вода-кристаллогидрат. Следует отметить не только термографические, но и структурные исследования методами оптической микроскопии и рентгеноструктурного анализа, которые показывают изменения структуры кристаллогидратов, получаемых в тех или иных условиях.

**Значимость результатов исследований для производства** заключается в том, что:

– полученные экспериментальные данные по фазовым превращениям кристаллогидратов существенно пополняют банк данных по теплотехническим параметрам, которые могут быть использованы для управления структурой и свойствами кристаллогидратов и их смесей;

– эвтектические смеси кристаллогидратов можно рекомендовать для их использования в качестве тепло- и холодоаккумулирующих материалов, в частности, в области автомобильного транспорта в системах предпускового прогрева двигателей внутреннего сгорания;

– предложенная математическая модель фазовых переходов позволяет предсказать поведение ТАМ при их практическом использовании в теплоаккумулирующих установках.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Для промышленного использования теплоаккумулирующих материалов могут быть использованы следующие результаты диссертационного исследования:

1. Повышение эффективности работы теплоаккумуляторов и снижение энергозатрат при их эксплуатации за счет использования наиболее пригодных теплоаккумулирующих материалов.

2. Подбор теплоаккумулирующих материалов на основе дешевых и экологически безопасных веществ, которыми являются кристаллогидраты.

3. Разработанные рекомендации могут быть использованы при разработке к совершенствованию конструктивных параметров теплоаккумуляторов.

4. Создан и запатентован способ получения теплоаккумулирующего материала в виде смеси кристаллогидратов на основе диаграмм состояния.

Считаем целесообразным в дальнейшем продолжить работу по исследованию теплоаккумулирующих материалов на основе других кристаллогидратов, а также использованию различных ингибиторов для более стабильного и эффективного использования ТАМ в теплоаккумулирующих установках.

### **Общие замечания**

1. В литературном обзоре показано, что для эффективной работы теплоаккумуляторов фазового перехода с использованием кристаллогидратов солей натрия иногда принято использовать различные ингибиторы. К сожалению, в экспериментальной части этот вопрос не рассматривается.

2. В работе не исследованы трех- и более компонентные смеси, которые, возможно, будут давать более стабильные результаты при большом количестве циклов зарядки-разрядки теплового аккумулятора.

3. Поскольку тепловые аккумуляторы как правило герметичны, работу следовало дополнить изучением влияния давления на температуры фазовых агрегатных превращений теплоаккумулирующих материалов.

### **Заключение**

Несмотря на сделанные замечания работа выполнена на высоком научном уровне. Диссертация А.Ю. Соболева представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для промышленной теплоэнергетики для повышения качества работы аккумуляторов теплоты за счет использования новых теплоаккумулирующих материалов.

Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 9 печатных работах в рецензируемых научных изданиях, 7 публикаций включены в наукометрическую базу РИНЦ, 4 публикации включены в наукометрическую базу SCOPUS.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа полностью отвечает паспорту научной специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, а именно в части:

– создания новых, усовершенствованных теплоаккумулирующих материалов для их эффективного использования в тепловых процессах, для

производства и использования тепловой энергии в теплоаккумулирующих установках

Работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Соболев Александр Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Доктор физико-математических наук,  
профессор, зав. кафедрой «Математические методы и автоматизированное проектирование»


283086, ДНР, г. Донецк, пр.Дзержинского, 7;

тел.: +38 062 345 21 90; 071-316-21-91

факс: +38 062 345 32 40

e-mail: rector@diat.edu.ua

<http://www.diat.edu.ua>



Сунцов Николай Владимирович

Подпись Сунцова

Николая Владимировича заверяю,  
начальник отдела кадров



Е. В. Малова