

**Заключение диссертационного совета Д 01.016.03 на базе
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета Д 01.016.03

от «23» ноября 2018 г. Протокол № 22

О ПРИСУЖДЕНИИ

**Соболеву Александру Юрьевичу
ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Исследование фазовых превращений в кристаллогидратах солей натрия и их смесях для применения в установках теплоаккумуляции» по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика принята к защите 17 сентября 2018 года, протокол № 19, диссертационным советом Д 01.016.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24 (приказ МОН ДНР о создании диссертационного совета № 117 от 8.02.2016 г.; приказ МОН ДНР об изменениях в составе диссертационного совета № 442 от 25.04.2017 г.).

Соискатель Соболев Александр Юрьевич, 1977 года рождения, в 1999 году окончил Донецкий государственный университет по специальности «Физика», получил квалификацию физика-инженера. С 2011 г. по 2014 г. был прикреплен для подготовки кандидатской диссертации без освоения программы подготовки в аспирантуре в качестве соискателя в ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Работает в должности старшего

преподавателя кафедры физики и физического материаловедения Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» г. Макеевка.

Диссертация выполнена на кафедре физики и физического материаловедения Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка.

Научный руководитель – Александров Валерий Дмитриевич, доктор химических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, заведующий кафедрой физики и физического материаловедения.

Официальные оппоненты:

1. Недопекин Федор Викторович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», г. Донецк, профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха;

2. Гнителив Павел Александрович, кандидат технических наук, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, доцент кафедры технической теплофизики.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Образовательная организация высшего

профессионального образования «Донецкая академия транспорта», г. Донецк, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Математические методы и автоматизированное проектирование» д.ф.-м.н., профессором Н.В. Сунцовым и утвержденном 02 ноября 2018 г. ректором «Донецкой академии транспорта» И.П. Энглези, указала, что 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:

- разработка средств интенсивного сбережения энергетических ресурсов в использующих теплоту системах и установках;
- оптимизация параметров тепловых процессов с целью экономии энергетических ресурсов;
- разработка методов энергосбережения в тепловых технологических системах потребления теплоты;
- исследование процесса нагрева материалов, теплообмена при кристаллизации с учетом химических и фазовых превращений.

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.

Соискатель имеет в общей сложности 19 опубликованных работ по теме диссертации общим объемом 6,2 п.л. (лично автором 2,3 п.л.), в том числе 9 статей в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК ДНР, в которых могут публиковаться результаты диссертационных исследований по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика (из них 4 публикации включены в наукометрическую базу SCOPUS).

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК ДНР

1. Александров В.Д. Диаграммы состояния системы $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: [Текст] / В.Д. Александров, **А.Ю. Соболев** // Неорганические материалы. – Т. 50, №7. – 2014. – С. 739–744. **Тоже:** Alexandrov, V.D. Phase diagram of the $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ system: [Текст] / V.D. Aleksandrov, A.Yu. Sobolev // Inorganic Materials. – Vol. 50, №7. – 2014. – P. 686–690. **(SCOPUS)**
2. Александров В.Д. Анализ изменения энергии Гиббса при неравновесной кристаллизации сплавов эвтектического типа методами геометрической термодинамики: [Текст] / В.Д. Александров, С.А. Фролова, **А.Ю. Соболев**, О.В. Соболев, Н.В. Щебетовская // Металлы. – № 5. – 2015. – С. 75–81. **Тоже:** Alexandrov, V.D. Geometrical thermodynamics analysis of the change in the Gibbs energy during the nonequilibrium solidification of eutectic alloys: [Текст] / V.D. Alexandrov, S.A. Frolova, A.Y. Sobolev, O.V. Sobol // Russian Metallurgy (Metally). №9. – 2015. – P. 739-744. **(SCOPUS)**
3. Александров В.Д. Термический гистерезис при плавлении и кристаллизации макрообъектов: [Текст] / В.Д. Александров, Е.А. Покинтелица, **А.Ю. Соболев** // Журнал технической физики. – Т. 87, вып. 5. – 2017. – С. 722–726. **Тоже:** Aleksandrov, V.D. Thermal hysteresis during the melting and crystallization of macroobjects [Текст] / V.D. Aleksandrov, O.A. Pokyntelytsia, A.Y. Sobolev // Technical Physics. – Vol. 62, №5. – 2017. – P. 741-744. **(SCOPUS)**
4. Gritsuk I. Features of application materials while designing phase

transition heat accumulators of vehicle engines: [Электронный ресурс] / I. Gritsuk, V. Aleksandrov, S. Panchenko, A. Kagramanian, O. Sobol, **A. Sobolev** // SAE Technical Paper. – 2017. – DOI: <https://doi.org/10.4271/2017-01-5003>. (SCOPUS)

5. Александров, В.Д. Теплоаккумулирующие материалы на основе кристаллогидратов: [Текст] / В.Д. Александров, О.В. Соболев, С.А. Фролова, И.В. Сельская, С.Г. Бугасова, Н.В. Щебетовская, Д.П. Лойко, В.Н. Ардатов, О.Е. Сильченко, М.В. Стасевич, **А.Ю. Соболев** // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Современные строительные материалы. – Вып. 2009-1(75). – 2009. – С. 100–103.

6. Александров, В.Д. Кристаллизация гидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ из водных растворов $\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{CO}_3$: [Текст] / В.Д. Александров, **А.Ю. Соболев** // Физика и химия твердого тела. – 2011. – Т.12. – №2. – С. 407–410.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и замечаний, содержащихся в них:

1. **Хлебов Алексей Георгиевич**, зав. каф. инженерной физики ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, к.ф.-м.н., доцент.

Зырянов Илья Андреевич, доцент кафедры инженерной физики ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, к.т.н.

Отзыв положительный с замечаниями.

1. Математическую модель процесса затвердевания следовало бы привести в третьем разделе, где описывались водо-солевые смеси.

2. Рис. 3.4а следовало бы назвать схемой нагревания – охлаждения, поскольку он не является экспериментальной кривой.

3. На рис. 4.1. не нанесены экспериментальные точки, по которым строилась диаграмма.

2. **Магомедов Махач Насрутдинович**, главный научный сотрудник ФГБУН Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН, г. Махачкала, д.ф.-м.н., старший научный сотрудник.

Отзыв положительный с замечаниями.

1. Не вполне понятно, что понимается под терминами «квазиравновесная кристаллизация (КРК) с практически отсутствием переохлаждения» и «неравновесно-взрывная кристаллизация (НРВК) с существенным переохлаждением». Почему они неравновесные? А если неравновесные, то за какое время приходят в равновесие? Также не ясно, что такое «существенное переохлаждение» или «среднее переохлаждение»?

2. На стр. 8 сказано: «при непрерывном термоциклировании ТАМ значительно переохлаждаются, а их смеси, зачастую, расслаиваются после нескольких циклов, что приводит к ухудшению тепловых характеристик ТАМ». С другой стороны, на стр. 10-11 заявлено: «впервые на кристаллогидрате ТСН-5 обнаружено явление понижения температуры плавления в зависимости от номера термоцикла (рис. 3.3): если в первом термоцикле фиксируется температура плавления 48 °С, совпадающая со справочным значением, то во втором и последующих термоциклах температура плавления становится равной ~31 °С». Возникает вопрос – может обнаруженное «явление понижения температуры плавления в зависимости от номера термоцикла» является следствием расслаивания ТАМ, о котором было известно и ранее? Если нет – то почему?

3. Не ясно, что на стр. 13, 15 и 16 подразумевается под термином «неравновесные диаграммы состояния»? Если условия равновесия не достигнуты, то фазы не могут существовать и такая «неравновесная диаграмма состояния» будет меняться со временем. Правомерно ли здесь использовать термины «линия ликвидуса» и «линия солидуса», которые определены для равновесных фазовых диаграмм?

3. Кидяров Борис Иванович, старший научный сотрудник ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, д.ф.-м.н.

Отзыв на диссертацию положительный с замечаниями.

1. В аналитическом обзоре и далее указана только сингония, но не

отмечена группа точечной симметрии кристаллов (табл. 1.2). Однако именно знание точечной симметрии дает сведения о полном наборе специфических физических свойств конкретного кристалла.

2. В п. 1.2 и далее по тексту не даны понятия гомогенной и гетерогенной нуклеации, которые весьма существенны при обсуждении механизма кристаллизации. В частности, достигаемые переохлаждения растворов могут быть заметно уменьшены при выборе подходящей подложки (стенок контейнера).

3. Вместо имеющейся ссылки [29] более уместно было сослаться на работу: Б.И. Кидяров. Кинетика нуклеации в водных растворах 1-2 электролитов. Труды VI Международной научной школы-конференции «Фундаментальное и прикладное материаловедение». 16-18 сентября 2009 г. / Под ред. проф. Маркина В.Б. Барнаул, типография АлтГТУ, 2009. С. 18-23.

4. Имеется заметное число опечаток и отдельные стилистические неточности. В написании цели работы фраза «...в виде разработки усовершенствованных методик их экспериментального и теоретического анализа» стилистически не удачна.

4. Шажко Ярослав Витальевич, зам. директора по научной работе ГУ «Институт физики горных процессов», г. Донецк, к.т.н.

Отзыв положительный с замечаниями.

1. На рис. 4.2 на линии солидус при эвтектической температуре поставлены только две точки. А где остальные?

2. Автору можно порекомендовать расширение класса исследуемых кристаллогидратов, не только солей натрия, но и солей калия, магния и др. на основе сульфатов, фосфатов, нитратов и др.

5. Нагорная Нина Петровна, доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, к.т.н.

Отзыв положительный с замечаниями.

1. Одним из основных кристаллогидратов, входящих в состав различных теплоаккумулирующих веществ, является трехводный ацетат натрия (АН-3). В этой связи особый интерес представляет изучение водных растворов АН-3. Однако в диссертации система вода-АН-3 изучена недостаточно. В чем причина?

2. В работе тщательно изучены теплотехнические характеристики материалов, имеющих малые объемы. Проводились ли испытания работоспособности ТАМ, имеющих большие массы? Какова их устойчивость к многочисленным циклам нагревания и охлаждения?

6. Луцык Василий Иванович, зав. сектором компьютерного конструирования материалов ИФМ Сибирского отделения РАН, г. Улан-Уде, д.х.н., профессор.

Воробьева Вера Павловна, ведущий научный сотрудник ИФМ Сибирского отделения РАН, г. Улан-Уде, д.ф.-м.н.

Отзыв положительный с замечанием.

1. Не ясно, почему треугольник Таммана показан только на одной из диаграмм (рис. 5.1-5.3) и сопровождается тривиальным разъяснением «снизу» (стр. 15, рис. 5.2).

7. Андрейчук Николай Данилович, директор, зав. кафедрой вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет им. Владимира Даля». г. Луганск, д.т.н., профессор.

Отзыв положительный с замечанием.

Необходимо было вместо аббревиатуры ТАМ (теплоаккумулирующие материалы) использовать ФПТАМ. Именно таковыми являются кристаллогидраты. А в качестве ТАМ могут выступать самые разнообразные вещества и не обязательно на основе фазовых переходов.

8. Кукушкин Сергей Арсеньевич, зав. лаборатории структурных и фазовых превращений в конденсированных средах ИПМаш РАН, г. Санкт-Петербург, д.ф.-м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Президиума

РАН им. П.А.Ребиндера и премии СПбНЦ РАН и правительства СПб им. А.Ф. Иоффе.

Отзыв положительный без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области научно-практических исследований по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана новая методика, эксплуатации теплоаккумулирующих смесей на основе анализа их переохлаждаемости в зависимости от скоростей нагрева и охлаждения, выбора масс ТАМ, составов смесей;
- предложен способ создания новых рабочих тел для тепловых аккумуляторов на основе построения и анализа диаграмм состояния смесей кристаллогидратов;
- доказана перспективность использования в качестве ТАМ эвтектических смесей кристаллогидратов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказана зависимость переохлаждения ТАМ от величины предварительного прогрева;
- проведенный анализ зависимости энергии Гиббса от температуры и концентрации позволил с термодинамических позиций обосновывать различные виды кристаллизации в ТАМ;
- для объяснения выявленных закономерностей результативно привлечена кластерно-коагуляционная теория кристаллизации из раствора (расплава).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в следующем:

- создана система практических рекомендаций по использованию

теплоаккумулирующих смесей на основе кристаллогидратов;

- разработана методика получения новых теплоаккумулирующих смесей с получением патента № 80219U, C09K 5/06 (2006.01). «Способ нахождения теплоаккумулирующего материала в виде смеси кристаллогидратов на основе диаграммы состояния»;

- результаты работы внедрены в учебные курсы образовательных программ подготовки бакалавров «Централизованное теплоснабжение» и «Автономные системы теплоснабжения» и в учебные курсы подготовки магистров «Повышение эффективности систем тепло-, газоснабжения и вентиляции», что отражено в учебных программах вышеуказанных дисциплин ДонНАСА;

- предложенная методика и исследованные теплоаккумулирующие смеси приняты к использованию в системах предпускового прогрева поршневых двигателей ООО «Универсал авто», г. Донецк.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты экспериментальных исследований получены с применением современных приборов и оборудования для теплофизических измерений в лабораторных условиях по оригинальным методикам;

- теоретические положения работы основываются на апробированных классических подходах к изучению процессов плавления и кристаллизации;

- основные результаты работы в отдельных частных случаях согласуются с опубликованными экспериментальными данными других исследователей по проблемам аккумуляции тепловой энергии;

- в работе использованы современные статистические методы обработки информации в среде MS Excel.

Личный вклад соискателя состоит в том, что

- при участии автора предложен новый способ создания ТАМ на основе анализа диаграмм состояния смесей;

- разработана и изготовлена экспериментальная установка для

автоматического управления режимами термографирования ТАМ с применением совмещенных методов термического анализа;

- экспериментальным путем раскрыты новые закономерности при плавлении и кристаллизации ТАМ с участием ТСН-5;

- результаты исследований представлены автором на 11 разноуровневых конференциях;

- при участии автора опубликовано 19 научных работ в профильных научных изданиях.

На заседании от «23» ноября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Соболеву Александру Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16 против – 0 недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета Д 01.016.03

д.т.н., профессор



В.И. Сторожев

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 01.016.03

д.т.н., профессор

В.К. Толстых

26.11.18 г.