

## **АННОТАЦИЯ** **диссертационной работы**

на тему «Теплоаккумулирующий материал на основе продуктов переработки нефти для ограждающих конструкций зданий» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073000 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»

### **КУДАБАЕВ РУСЛАН БАХТИЯРОВИЧ**

**Цель исследований.** Разработка теплоаккумулирующего материала фазового перехода на основе нефтяных товарных парафинов и обоснование эффективности их применения в ограждающих конструкциях зданий.

**Идея диссертационного исследования** - на основе товарных парафинов и n-алканов разработать теплоаккумулирующий материал для ограждающих конструкций зданий с заданными теплотехническими и эксплуатационными свойствами. Показать эффективность их использования на примере энергоактивной конструкций наружного ограждения и конструкций гелиокамеры для термообработки бетонных и железобетонных изделий.

**В соответствии с идеей диссертационного исследования были поставлены и решены следующие задачи:**

- проведен литературный обзор по вопросу применения теплоаккумулирующих материалов в строительстве, фазопереходным теплоаккумулирующим материалам и их теплофизическим свойствам и обоснована эффективность использования в качестве теплоаккумулирующих материалов для ограждающих конструкций товарных парафинов;

- разработан теплоаккумулирующий материал для ограждающих конструкций зданий с температурой плавления до 25<sup>0</sup>С и общей энтальпией плавления и фазового перехода выше 200 Дж/г на основе товарных парафинов и описаны способы их получения;

- разработаны методы и методики исследования теплоаккумулирующих материалов, и на их основе изучены физико-химические, теплофизические и эксплуатационные свойства разработанных теплоаккумулирующих материалов на основе парафинов и их компонент;

- обоснована эффективность применения разработанных теплоаккумулирующих материалов на основе парафинов в ограждающих конструкциях зданий;

- разработан стандарт организации на разработанные теплоаккумулирующие материалы для ограждающих конструкций зданий с температурой плавления +25<sup>0</sup>С и общей энтальпией плавления и фазового перехода выше 200 Дж/г.

**Объект исследования.** Термоаккумулирующие материалы фазового перехода на основе товарных парафинов для наружных ограждающих конструкций зданий.

**Предмет исследования.** Теплотехнические и эксплуатационные свойства теплоаккумулирующих материалов на основе товарных парафинов для многослойных ограждающих конструкций и эффективность их использования в наружных ограждениях зданий.

**Методы достижения поставленных задач.** Разработана методика исследования состава, физико-химических, теплофизических и эксплуатационных свойств теплоаккумулирующих материалов на основе парафинов составлена на основе цели и задач настоящих исследований.

В работе использованы два способа получения теплоаккумулирующего материала заданного теплофизического свойства: 1) смешением жидких и твердых товарных парафинов в различных соотношениях; 2) смешением нескольких индивидуальных n-алканов с требуемыми температурами плавления, высокими энтальпиями плавления и фазового перехода.

Для выделения требуемых фракции парафинов из состава товарного парафина использован метод, основанный на последовательной экстракции фракций растворителями по параметрам растворимости.

Температуры плавления и фазового перехода, теплотехнические свойства разработанных теплоаккумулирующих материалов определены стандартными методами по соответствующим ГОСТам.

**Научная новизна диссертации:**

- разработан теплоаккумулирующий материал для ограждающих конструкций зданий с температурой плавления до 25<sup>0</sup>С и с высокой энтальпией плавления (выше 200 Дж/г) на основе товарных парафинов и представлены два основных способа их получения;

- исследован механизм получения стабильных теплоаккумулирующих материалов с заданными теплотехническими характеристиками при изменении режимов подготовки, фракционных составов, условий кристаллизации и фазового перехода товарных парафинов и индивидуальных n-алканов;

- определены зависимости энтальпии плавления и фазового перехода в кристаллическом состоянии и общей энтальпии теплоаккумулирующего материала от компонентного состава исходных парафинов, которые позволяют управлять составом теплоаккумулирующих материалов фазового перехода с требуемыми теплотехническими свойствами;

- на основе разработанного теплоаккумулирующего материала созданы энергоактивная конструкция ограждения, гелиокамера для термообработки железобетонных изделий и конструкций, эффективность работы которых изучена в зависимости от времени суток и времен года, режимов термообработки изделий и конструкций.

**Научные результаты (научные положения), выносимые на защиту:**

- методики получения теплоаккумулирующего материала заданного теплофизического свойства смешением жидких и твердых товарных парафинов в различных соотношениях и смешением нескольких индивидуальных n-алканов с требуемыми температурами плавления, высокими энтальпиями плавления и фазового перехода;

- методы и методики исследования физико-химических, теплофизических и эксплуатационных свойств разработанных теплоаккумулирующих материалов на основе парафинов;

- теплоаккумулирующий материал для ограждающих конструкций зданий с температурой плавления до  $25^{\circ}\text{C}$  и энтальпией плавления и фазового перехода выше 200 Дж/г на основе товарных парафинов и их физико-химические, теплофизические и эксплуатационные свойства;

- результаты расчетного обоснования эффективности применения разработанных теплоаккумулирующих материалов на основе парафинов в ограждающих конструкциях зданий;

- стандарт организации на разработанный теплоаккумулирующий материал для ограждающих конструкций зданий с температурой плавления  $+25^{\circ}\text{C}$  и энтальпией плавления и фазового перехода выше 200 Дж/г.

**Актуальность работы.** Области применения теплоаккумулирующих материалов в строительстве, так и их виды на сегодня довольно широки. В связи с этим возникает необходимость разработки новых эффективных теплоаккумулирующих материалов, адаптированных к эксплуатационным условиям зданий, и исследование их теплофизических свойств, а также интенсификации исследований и применение многокомпонентных теплоаккумулирующих материалов с высокими значениями аккумулирующей теплоты.

Перспективным и экономически целесообразным направлением в производстве теплоаккумулирующих материалов является разработка новых энергосберегающих материалов со скрытой формой аккумулирования энергии, к которым можно отнести фазопереходные теплоаккумулирующие материалы. В фазопереходных теплоаккумулирующих материалах передача термической энергии происходит во время фазового перехода, когда материал переходит из твердого состояния в жидкое состояние. При переходе из твердого состояния в жидкое теплоаккумулирующие материалы ведут себя как традиционные аккумулирующие материалы, их температура повышается, когда они абсорбируют тепло. В отличие от известных теплоаккумулирующих материалов в фазопереходных теплоаккумулирующих материалах отдача тепла происходит за счет создания кристаллической структуры, а аккумулирование - за счет разрушения структуры при плавлении.

При этом возникает необходимость на основе анализа теплофизических свойств различных теплоаккумулирующих материалов исследовать возможность их использования в качестве фазопереходного теплоаккумулирующего материала в основном из промышленных отходов, обладающего оптимальной удельной теплоемкостью, высокой эксплуатационной надежностью и экономической целесообразностью.

В этой связи исследование и разработка теплоаккумулирующих материалов на основе товарных парафинов, а также обоснование эффективности их применения в ограждающих конструкциях зданий для

повышения их теплоаккумулирующей способности является актуальной задачей.

**Связь с планом научно – исследовательских работ.** Работа выполнялась в соответствии с госбюджетной темой, включенной в тематический план НИР ЮКУ им. М. Ауезова ГБ НИР-21-02-06 «Повышение эксплуатационной эффективности строительных материалов, изделий и конструкций на сырьевых материалах Туркестанской области» на 2021-2026 годы.

**Практическая значимость диссертации** заключается в разработанных теплоаккумулирующих материалах с заданными теплотехническими и эксплуатационными свойствами, которые могут быть эффективно применены для аккумуляции тепла в энергоактивных ограждающих конструкциях зданий, а также в предложенных способах их получения.

Разработанные теплоаккумулирующие материалы, а также методы их получения могут быть использованы инженерно-техническими работниками строительной отрасли промышленности, научно-исследовательскими и проектными институтами при проектировании новых энергоактивных теплоаккумулирующих и энергосберегающих ограждающих конструкций зданий, а также при реконструкциях эксплуатируемых зданий.

Практическая значимость полученных в работе результатов обоснована 3 патентами на полезную модель: от 06.08.2018г. за №3951 «Многослойная теплоэффективная ограждающая конструкция»; от 02.07.2019 за №4426 «Конструкция ограждения с энергоактивной панелью»; от 17.08.2021 за №6631 «Установка для термообработки бетонных и железобетонных изделий с использованием солнечной энергии» и инновационным патентом от 10.12.2019. за №34970 «Теплоаккумулирующий материал», а также авторским свидетельством «Методика определения тепловой эффективности и оценки теплоаккумулирующей способности энергоактивной конструкций наружного ограждения» выданными Институтом интеллектуальной собственности Республики Казахстан, а также стандартом «Теплоаккумулирующий материал на основе товарных парафинов марки ТАМ-25. ТУ (Стандарт организации)» СТ 2425-1958-01-ГП-007-2023. Шымкент-2023, и актами внедрения результатов диссертационной работы в производство.

**Обоснованность и достоверность научных положений, заключений и рекомендаций** определяется следующим:

- корректностью постановки и решения задач, сравнением конечных результатов с известными в литературе данными, доказательность физико-химических исследований отдельных экспериментальных результатов исследователя;

- применением стандартных и апробированных методов и методик исследования компонентного состава, теплофизических и эксплуатационных свойств разработанных теплоаккумулирующих материалов;

- достаточной степенью апробации результатов работы и их непротиворечивостью с фундаментальными положениями теории теплоаккумулирующих материалов фазового перехода.

**Личный вклад автора.** Автором проведен обширный литературный обзор, поставлены цель и задачи исследования, проведены теоретические исследования и эксперименты по изучению теплотехнических свойств разработанных материалов, разработаны методы и методики исследования, разработана энергоактивная конструкция ограждения с теплоаккумулирующим слоем, разработана конструкция гелиокамеры для термообработки бетонных изделий с применением солнечной радиации. Им получены достоверные и обоснованные научные результаты, на основании которых сформулировано заключение и проведена апробация результатов исследования.

**Апробация работ.** Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 18 трудах: четыре статьи опубликованы в журналах из перечня изданий, рекомендованные Комитетом по обеспечению качества в сфере высшего образования и науки Министерства высшего образования и науки Республики Казахстан. Три статьи опубликованы в международных рецензируемых журналах индексируемые в базе данных Scopus (перцентиль 40) и Web of Science (Q1). Издана одна монография и получен один патент на изобретение, выданный Институтом интеллектуальной собственности Республики Казахстан. Три статьи опубликованы в международном журнале и конференциях.

**Публикации:**

- Modeling the Thermal Regime of a Room in a Building with a Thermal Energy Storage. Mathematical Modelling of Engineering Problems Vol. 9, №2, April 2022, pp. 351-358 Journal homepage: <https://doi.org/10.18280/mmep.090208>. Engineering (miscellaneous). Scopus перцентиль по Cite Score 47;

- Construction of a model for an enclosing structure with a heat-accumulating material with phase transition taking into account the process of solar energy accumulation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. 6/8 (120) 2022. DOI:[10.15587/1729-4061.2022.268618](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268618); Engineering Industrial and Manufacturing. Scopus перцентиль по Cite Score 45

- Study of the model of the phase transition envelope taking into account the process of thermal storage under natural draft and by air injection. [Case Studies in Construction Materials](https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02050). Volume 18, July 2023, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02050>. Case Studies in Construction Materials this link is disabled, 2023, 18, e02050. Materials Science (miscellaneous). Scopus перцентиль по Cite Score 71;

- Влияние компонентного состава теплоаккумулирующих материалов на основе товарных парафинов на их физико-химические и теплофизические свойства. Вестник КазГАСА. Секция «Строительные конструкции и материалы». – Алматы, 2020. - №1(75). – С.212-222. [1608188675\\_kRs7Y4.pdf](https://doi.org/10.1608188675_kRs7Y4.pdf) ([kazgasa.kz](http://kazgasa.kz));

- Темірбетон бұйымдары мен конструкцияларын жылулық өңдеуге арналған энергия белсенді гелиокамера конструкциясы. «ҚазБСҚА Жаршысы». – Алматы, 2020. - №2(76). – С.126-130. [Вестник 2-2020 Готовый.indd \(kazgasa.kz\)](#);

- Математическая модель теплообмена при фазовом переходе теплоаккумулирующего материала. Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия технические науки и технологии. - Нур-Султан, 2022. - №2(139). – С.102-110 DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2022-139-2-102-110>;

- Методика определения ожидаемого давления в не расширяющейся аккумулирующей конструкций. QazBSQA Хабаршысы. Құрылыс конструкциялары және материалдары. –Алматы, 2023. - №2 (88). - С.219-225 <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.2-22>;

- Получение композиций теплоизоляционных материалов на основе жидких парафинов и n-алканов. Путь науки. Международный научный журнал. Волгоград, 2019. - №9 (67). – С.20-24 [http://scienceway.ru/f/the\\_way\\_of\\_science\\_no\\_9\\_67\\_september.pdf](http://scienceway.ru/f/the_way_of_science_no_9_67_september.pdf);

- Получение теплоаккумулирующих материалов смещением индивидуальных n-алканов и их теплофизические свойства. Научное издание «Научный аспект». – Самара: Изд. ООО «Аспект». - 2019. - №3. – С.333-240 <https://na-journal.ru/arhiv/1919-zhurnal-nauchnyj-aspekt-3-2019-tom3>;

- Shrinkage of heat storage material obtained by mixing commercial liquid and solid paraffin's. European journal of natural history. Technical sciences. – 2020. - №3. – С.46-50. <https://world-science.ru/en/article/view?id=34084>;

- Новые материалы энергосбережения на основе теплоаккумулирующих материалов. International scientific journal «Global science and innovations 2019: CENTRAL ASIA» NUR-SULTAN, Kazakhstan, SEP-OCT 2019;

- Тауарлық парафиндер негізінде жылу жинақтағыш материалдарды алудың оңтайлы тәсілдері. «М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті» ШЖҚ РМК «Механика және технологиялар» ғылыми журналы, Құрылыс материалдары секциясы. – Тараз, 2020. - №2. – С.210-219 [meh-teh-2020-2.pdf \(dulaty.kz\)](#);

- Многослойная теплоэффективная ограждающая конструкция. Патент на полезную модель Республики Казахстан №3951 от 06.08.2018;

- Теплоаккумулирующий материал. Патент на изобретение Республики Казахстан №34970 от 10.12.2019;

- Конструкция ограждения с энергоактивной панелью. Патент на полезную модель Республики Казахстан №4426 от 02.07.2019;

- Установка для термообработки бетонных и железобетонных изделий с использованием солнечной энергии. Патент на полезную модель Республики Казахстан №6631 от 17.08.2021;

- Методика определения тепловой эффективности и оценки теплоаккумулирующей способности энергоактивной конструкций наружного ограждения. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр

прав на объекты, охраняемым авторским правам. № 12868 от «28» октября 2020 года [Свидетельство.pdf \(kazpatent.kz\)](#);

- Теплоаккумулирующий материал на основе товарных парафинов марки ТАМ-25. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ (Стандарт организации). СТ 2425-1958-01-ГП-007-2023. Шымкент-2023.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа в соответствии с содержанием и задачами исследования состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованной литературы из 216 наименований, и приложений. Объем работы составляет 129 страниц текста, набранного на компьютере, в том числе – 39 рисунков и 29 таблиц.