

ОТЗЫВ

**научного консультанта диссертационной работы Шостака Н.А.
«Физико-математическое моделирование процессов образования и
диссоциации клатратных гидратов кубических структур»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности**

1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Шостак Никита Андреевич окончил Кубанский государственный технологический университет в 2010 г. по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» с присуждением квалификации инженера. Уже в период обучения он начал научно-исследовательскую работу, выступал с докладами на студенческих, вузовских, региональных, всероссийских и международных научных мероприятиях и к моменту выпуска имел сформированный интерес к проблемам фазовых превращений углеводородных систем, гидратообразования, транспорта и подготовки природных и нефтяных газов.

В 2015 г. Н.А. Шостак защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. В 2020 г. ему присвоено ученое звание доцента. После защиты кандидатской диссертации он последовательно развивал выбранное научное направление, расширяя его от инженерно-технологических задач предупреждения гидратообразования до физико-математического описания клатратных гидратов как конденсированных каркасных систем с упорядоченной структурой.

В настоящее время Н.А. Шостак работает старшим научным сотрудником «Научно-технологического центра микроэлектроники и нанотехнологий» КБГУ. По совместительству Н.А. Шостак ведет педагогическую деятельность в Кубанском государственном медицинском университете Министерства здравоохранения Российской Федерации, где преподает физику и математику будущим врачам.

Диссертационная работа Шостака Н.А. «Физико-математическое моделирование процессов образования и диссоциации клатратных гидратов кубических структур» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» и посвящена актуальной проблеме физики конденсированного состояния – разработке согласованного комплекса моделей, описывающих образование, устойчивость, рост, метастабильные состояния и диссоциацию клатратных гидратов кубических структур.

Актуальность исследования определяется тем, что клатратные гидраты представляют собой особый класс каркасных конденсированных систем включения, в которых фазовая устойчивость, кинетика роста и распада, энергетика включения молекул и механическое состояние структуры задаются совместным действием молекулярных, структурных, термодинамических и кинетических факторов. Несмотря на значительный объем экспериментальных данных, до настоящего времени отсутствовало единое описание, позволяющее связать молекулярные характеристики гидратообразователя с макроскопическими параметрами равновесия, кинетики и устойчивости гидратной фазы.

В диссертации решена крупная научная проблема, состоящая в создании и обосновании комплекса физико-математических моделей, объединяющего микро- и макроуровни описания процессов образования и диссоциации клатратных гидратов кубических структур. В работе гидраты рассматриваются не только как объект нефтегазовой технологии, но прежде всего как упорядоченные конденсированные каркасные системы, свойства которых определяются кристаллической структурой водного каркаса, состоянием включенных молекул, степенью заполнения полостей, температурой, давлением и составом гидратообразующей среды.

К числу существенных результатов относится разработка модели образования гидратов газообразных и жидких гидратообразователей, основанной на принципе энергетического подобия с процессом адсорбционного включения молекул в полости водного каркаса. В рамках данной модели соискателем сформулирована и теоретически обоснована гипотеза о псевдосжиженном состоянии поглощенных молекул в полостях гидратной решетки, а также учтен возможный дополнительный вклад молекул воды в баланс заполнения полостей. Эти положения уточняют физическую интерпретацию молекулярного механизма гидратообразования.

Н.А. Шостаком получены расчетные зависимости для определения молекулярных и энергетических параметров гидратов, характеристического размера элементарной ячейки структур КС-I и КС-II, температуры формирования льдоподобных ассоциатов воды, а также параметров кинетики при различных режимах тепло- и массообмена. Показано, что среднее расхождение расчетных и экспериментальных данных составляет 1,70 % по молекулярным параметрам и 1,96 % по энергетическим параметрам.

Важным результатом является разработка модели распределения компонентов между гидратной фазой и окружающей средой на основе положений неравновесной термодинамики и фазовой кинетики. Введенный параметр неравновесности количественно характеризует степень завершенности фазового превращения и связывает скорость гидратообразования, тепловые потоки, массоперенос и состав взаимодействующих фаз, что позволяет описывать переход от равновесного распределения компонентов к реальным неравновесным режимам формирования гидратной фазы.

Особое значение имеет введение псевдокритических и приведенных параметров гидратообразования, взвешенных по молярной поляризуемости компонентов. На этой основе предложен физически интерпретируемый корреляционный подход к описанию термобарических условий гидратообразования, обеспечивающий унифицированное рассмотрение индивидуальных и многокомпонентных гидратных систем и распространяющий идеи закона соответственных состояний на область гидратных систем.

Соискателем установлены закономерности температурных диапазонов существования фазовых состояний и получены математические зависимости для равновесных термобарических параметров гидратных систем.

Отдельный блок диссертации посвящен термобарической диссоциации клатратных гидратов. Разработаны модели диссоциации целостных и механически разрушенных гидратов, учитывающие метастабильные состояния, эффекты самоконсервации и консервации, диффузионные ограничения выделения газа через поверхностные слои льда или вновь образующегося гидрата, а также критерии термодинамической и термомеханической устойчивости гидратной фазы. Показано, что в исследованных условиях скорость диссоциации механически разрушенного гидрата превышает скорость диссоциации целостного на 30–60 %.

Научная новизна диссертации состоит не в частной модификации известных расчетных зависимостей, а в разработке целостного физико-математического аппарата, связывающего молекулярно-структурные характеристики гидратной решетки с макроскопическими параметрами фазового равновесия, кинетики и механической устойчивости. По содержанию работа относится к физике конденсированного состояния, поскольку в ней исследуются фазовые переходы, фазовые диаграммы, кристаллическая структура, устойчивость и свойства упорядоченных каркасных конденсированных систем включения.

Практическая значимость работы подтверждается тем, что на основе созданного комплекса расчетных методов получено 12 патентов Российской Федерации на изобретения. Разработанные теоретические основы и расчетные методы используются в производственной деятельности филиала «Ставропольское УПХГ» ООО «Газпром ПХГ», проектных подразделений ООО «НК «Роснефть» – НТЦ», филиала «Краснодар бурение» ООО «Газпром бурение», ООО «Гидронефтегаз», а также в учебном процессе ряда российских вузов.

Основные результаты прошли широкую апробацию на международных и всероссийских научных конференциях и симпозиумах. По материалам диссертации опубликовано 68 научных работ, в том числе 3 монографии, 28 статей в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России, 12 публикаций в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, 12 патентов на изобретения Российской Федерации, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных, а также работы в материалах конференций и иных изданиях.

За время работы над докторской диссертацией Н.А. Шостак зарекомендовал себя как самостоятельный, инициативный и продуктивный исследователь, обладающий высокой теоретической подготовкой, аналитическим мышлением и способностью к постановке и решению сложных междисциплинарных научных задач. Его научная деятельность характеризуется устойчивым сочетанием фундаментальной физико-математической постановки задачи с прикладной верификацией и внедрением результатов. Он являлся руководителем и участником научных проектов, поддержанных РФФИ, РНФ и Кубанским научным фондом, дважды был удостоен стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов.

Н.А. Шостак ведет активную научно-организационную, экспертную и педагогическую работу. Он является экспертом Российского научного фонда, членом редколлегии журнала «CHIMICA TECHNO ACTA», индексируемого в Scopus, экспертом Всероссийского конкурса «Золотые Имена Высшей Школы», разработчиком образовательных программ высшего образования. Его научные и педагогические достижения отмечены почетными грамотами и благодарственными письмами органов государственной власти, наградами международных выставок изобретений и инноваций, а также званием «Профессиональный инженер России».

Личный вклад соискателя в полученные результаты является определяющим. Н.А. Шостаком выполнены постановка научной проблемы, формулировка цели и задач исследования, разработка основных теоретических моделей, получение расчетных зависимостей, интерпретация результатов, сопоставление расчетных данных с экспериментальными и литературными материалами, а также обобщение разработанного комплекса моделей в единую систему описания процессов образования и диссоциации клатратных гидратов.

Достоверность научных положений и выводов обеспечивается внутренней непротиворечивостью разработанного комплекса моделей, использованием положений статистической физики, термодинамики и неравновесной термодинамики, сопоставлением расчетных результатов с опубликованными экспериментальными данными, апробацией разработанных методов в прикладных задачах и публикацией основных результатов в рецензируемых научных изданиях.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния, прежде всего направлениям исследований, связанным с изучением физической природы и свойств кристаллических соединений в зависимости от температуры и давления, исследованием упорядоченных систем, фазовых переходов и фазовых диаграмм состояния, разработкой математических моделей построения фазовых диаграмм и прогнозированием изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий, а также теоретическими расчетами характеристик кристаллической структуры твердых тел.

Диссертационная работа Шостака Никиты Андреевича является самостоятельно выполненной, логически завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная проблема, имеющая существенное значение для физики конденсированного состояния. Считаю, что диссертационная работа «Физико-математическое моделирование процессов образования и диссоциации клатратных гидратов кубических структур» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Научный консультант:
Запорожец Евгений Петрович
доктор технических наук



Фамилия, имя, отчество	Запорожец Евгений Петрович
Ученая степень (шифр по специальности диплома)	доктор технических наук (05.17.08 – Процессы и аппараты химической технологии)
Почтовый адрес	350058, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 336/6, кв. 27
Контактный телефон	+79184441784
Адрес электронной почты	zep1945@inbox.ru

Российская Федерация
Город Краснодар, Краснодарский край

Восемнадцатого мая две тысячи двадцать шестого года

Я, Максюта Светлана Витальевна, нотариус Краснодарского нотариального округа,
свидетельствую подлинность подписи Запорожца Евгения Петровича.

Подпись сделана в моем присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 23/200-н/23-2026-2-527.

Уплачено за совершение нотариального действия: 1600 руб. 00 коп.



С.В. Максюта



В настоящем документе
прошито, пронумеровано
и скреплено печатью 5

_____ листов.

Нотариус _____