

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.05, созданного на базе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета

от «28» февраля 2018 года, протокол № 4

О присуждении Кекину Павлу Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Кристаллизация карбоната кальция в технологических водных системах» в виде рукописи по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ, технические науки, принята к защите «20» декабря 2017 года, протокол № 15, диссертационным советом Д 212.204.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ о создании совета от «29» октября 2014 года № 588/нк).

Соискатель **Кекин Павел Александрович** «02» марта 1991 года рождения, в 2013 году окончил Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации в 2017 году.

Работает в должности инженера первой категории кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Почиталкина Ирина Александровна, гражданка Российской Федерации, доцент кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Первов Алексей Германович, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва;

кандидат химических наук, профессор Беренгартен Михаил Георгиевич, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», Москва; дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», Москва, в своем **положительном** заключении, подписанном кандидатом технических наук Кирилиной Анастасией Васильевной, заведующей отделением водно-химических процессов тепломеханического оборудования теплоэлектростанций, указала,

что автор диссертации Кекин Павел Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ (отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании научно-технического совета отделения «05» февраля 2018 года, протокол № 1).

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы. Общий объем работ по теме диссертации составляет 35 страниц.

Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад соискателя составляет не менее 70% и состоит в формулировании задач, анализе литературы; выборе объектов и методов исследования, планировании экспериментов; получении, анализе, обработке и интерпретации данных; апробации результатов; подготовке публикаций.

Соискателем опубликовано 7 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов, получено 1 положительное решение о выдаче патента на изобретение Российской Федерации. Монографий и депонированных рукописей не имеет.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Почиталкина И.А., Кекин П.А., Петропавловский И.А. Определение растворимости и спонтанного снятия пересыщения в водных растворах карбоната кальция // Вода: химия и экология. 2015. № 2. С. 72 – 76.
2. Почиталкина И.А., Кекин П.А., Морозов А.Н., Кондаков Д.Ф., Петропавловский И.А. Исследование морфологии карбоната кальция, полученного гомогенным синтезом // Журнал неорганической химии, 2016, том 61, № 11. С. 1445 – 1449.
3. Почиталкина И.А., Кекин П.А., Морозов А.Н., Кондаков Д.Ф., Петропавловский И.А. Кинетика кристаллизации карбоната кальция в условиях стехиометрического соотношения компонентов // Журнал физической химии, 2016, том 90, № 12. С. 1779 – 1784

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все **положительные**. В отзывах указывается, что представленная работа характеризуется высоким научно-техническим уровнем, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

Отзывы поступили от **Рюмина Михаил Александровича**, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской академии наук, **Хацринова Алексея Ильича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой технологии неорганических веществ и материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Аксенчика Константина Васильевича**, кандидата технических наук, заведующего кафедрой химических технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет», **Добрыднева Сергея Владимировича**, доктора химических наук, профессора, профессора кафедры «Фундаментальная химия» Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, **Мешандина Алексея Гавриловича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Фундаментальные науки – 5» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», **Ксандрова Николая Владимировича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры химической технологии Дзержинского политехнического института (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», **Лямина**

Алексея Николаевича, кандидата педагогических наук, доцента, доцента кафедры предметных областей Кировского областного государственного образовательного автономного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт развития образования Кировской области» **Логинова Сергея Васильевича**, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры общей химической технологии и катализа Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), **Кнотько Александра Валерьевича**, доктора химических наук, профессора, заместителя декана факультета наук о материалах Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Отзывы содержат следующие замечания:

(1) отсутствует вывод о механизме кристаллизации карбоната кальция в изученных условиях; (2) необходимость более тщательной формулировки цели и задач работы, положений, выносимых на защиту; конкретизация результатов исследования кинетики кристаллизации карбоната кальция в водных растворах, использованных в принципиальной технологической схеме; (3) отсутствие данных о влиянии перемешивания на кинетику кристаллизации и дисперсность частиц карбоната кальция, и узкий температурный диапазон кинетического эксперимента; (4) в автореферате не приведены термодинамические значения условия образования твердой фазы, позволяющие рассчитать работу пересыщения; (5) следовало бы привести эффективную концентрацию наиболее распространенных антискалантов и оценить возможный экономический эффект от внедрения методики; (6) на стр. 3 автореферата указано уточненное значение равновесной концентрации карбоната кальция в водном растворе равно $0,575$ ммоль/л без указания к какой температуре оно относится; (7) на рис. 3 автореферата приведены графики снятия пересыщения для 25 , 35 , 45°C . Неизвестно, по отношению к какой равновесной концентрации карбоната кальция определено пересыщение для 35 и 45°C ; (8) почему с ростом температуры раствора при постоянстве концентрации карбоната кальция пересыщение увеличивается; (9) не совсем корректное использование в качестве фонового электролита хлорида натрия, так как в соответствии с реакцией образования твердой фазы это соединение является продуктом; (10) так как процесс образования твердой фазы имеет сложный характер, и включает не только чисто химическую стадию, то в работе идет речь о кажущемся значении энергии активации; (11) следует обратить внимание на значение энергии активации процесса по кинетическим параметрам и приведенным значениям процесса при разных температурах значение энергии активации должно соответствовать 53 Дж·моль⁻¹; (12) не указан порядок сливания растворов, влияющий на процессы образования зародышей CaCO_3 и продолжительность индукционного периода; (13) не вполне понятно, определение времени индукционного периода и массовой кристаллизации (стр.7) по данным рис. 3; (14) температурные зависимости указанных периодов (стр. 7) можно было бы представить в форме традиционного для данной функциональной зависимости правила Вант-Гоффа и соответствующего коэффициента; (15) вывод о 2-м порядке реакции образования CaCO_3 (стр. 7) хорошо было бы дополнить предположением о соответствующем механизме этого гетерогенного процесса; (16) влияние скорости перемешивания на скорость кристаллизации практически не представлено; (17) не понятно, на основании какого диапазона pH на образующиеся модификации осадка следуют выводы о преобладании той или иной; (18) отсутствуют данные по дериватографии образцов осадков для более полного представления об их формах; (19) не приведены термодинамические характеристики реакций; (20) представляется целесообразным перенос закономерностей подбора дозы ингибитора кристаллизации на температурный диапазон вплоть до 80°C делать апостериорно, то есть проведя исследования при данной температуре.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в вопросах очистки и обработки воды, которая подтверждена значительным количеством публикаций и патентов в области экспериментального исследования и практической реализации процессов водоподготовки, и дает возможность оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: *разработан* концептуальный подход к изучению кинетики кристаллизации малорастворимых солей в технологических водных системах на примере карбоната кальция, основанный на комплексном анализе жидкой и образующейся твердой фазы с использованием независимых инструментальных методов;

предложен оригинальный способ определения размера частиц образующейся новой фазы комбинированием методов динамического рассеяния света и оптической микроскопии в динамике процесса кристаллизации солей малой растворимости;

введены представления о кинетических закономерностях протекания процесса кристаллизации карбоната кальция и влиянии условий синтеза на кристаллическую структуру и морфологию частиц;

доказана перспективность использования нового подхода при изучении кинетических закономерностей образования и роста частиц твердой фазы, а также для повышения эффективности процессов водоподготовки на основе определения точной концентрации антискаланта, предотвращающих образование осадка.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены физико-химические факторы, влияющие на кристаллическую структуру, морфологию и дисперсность осадков карбоната кальция;

впервые получена зависимость размера частиц CaCO_3 в диапазоне от 0,8 нм до 0,1 мм с момента начала детектирования до состояния равновесия для различных степеней пересыщения;

предложено математическое описание кинетики процессов зарождения и роста частиц карбоната кальция с учетом изменения их площади поверхности, объясняющее зависимость константы скорости от степени пересыщения;

уточнены кинетические параметры процессов зарождения и роста частиц CaCO_3 в температурном диапазоне 25 – 45°C для различных степеней пересыщения и границы температурно-концентрационных диапазонов, определяющих процесс формирования CaCO_3 заданной модификации и морфологии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: *разработан* новый метод изучения кинетики процессов кристаллизации CaCO_3 из пересыщенных водных растворов, который применим к изучению аналогичных процессов других малорастворимых соединений;

определены сочетания условий осаждения CaCO_3 (температура, соотношение компонентов, водородный показатель, ионная сила раствора), позволяющие регулировать морфологию, дисперсность и кристаллическую структуру образующегося осадка;

предложен способ определения эффективной концентрации антискаланта для предотвращения кристаллизации малорастворимых соединений в технологическом оборудовании.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к изучению и использованию в научных и образовательных учреждениях, а также на производственных предприятиях, ведущих научные разработки в области процессов водоподготовки в различных приложениях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные данные получены с использованием современных физико-химических методов исследования, апробированных методик анализа, регистрации и обработки данных;

- достоверность полученных результатов подтверждена большим объемом и внутренней согласованностью данных, полученных на экспериментальных установках различного типа;
- для обработки экспериментальных данных обоснованно и грамотно использованы современные прикладные компьютерные программы;
- выводы диссертации обоснованы и не вызывают сомнения и согласуются с опубликованными экспериментальными данными и современными представлениями о кинетике кристаллизации малорастворимых соединений.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке основных задач исследования; разработке основных экспериментальных методов, установок, математических моделей; получении, обработке и интерпретации данных физических и вычислительных экспериментов; систематизации и обобщении результатов исследования; их апробации; подготовке публикаций.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержатся научно обоснованные решения по разработке научных основ и практических методов исследования кинетики кристаллизации карбоната кальция в технологических водных системах. Представленные научные результаты и технические решения могут быть использованы в учебных, научно-исследовательских и заводских лабораториях, а также на промышленных предприятиях.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ в части формулы по пунктам: 3. «Технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов» и 4. «Способы и средства разработки, технологических расчетов, проектирования, управления технологическими процессами и качеством продукции применительно к производственным процессам получения неорганических продуктов», а также пунктам области исследования 1. «Химические и физико-химические основы технологических процессов: химический состав и свойства веществ, термодинамика и кинетика химических и межфазных превращений» и 6. «Свойства сырья и материалов, закономерности технологических процессов для разработки, технологических расчетов, проектирования и управления химико-технологическими процессами и производствами».

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2014 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании «28» февраля 2018 года, протокол № 4, диссертационный совет принял решение присудить Кекину Павлу Александровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 18, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

Т.А. Ваграмян

Ученый секретарь диссертационного совета

О.В. Яровая

