

Заключение диссертационного совета 24.2.312.05, созданного
на базе федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Казанский национальный
исследовательский технологический университет» Министерства науки и
высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание
ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.06.2024 № 7

О присуждении Осипову Эдуарду Владиславовичу, гражданину
Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Сопряженное моделирование и совершенствование
аппаратурного оформления химико-технологических процессов, проводимых
под вакуумом» по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических
технологий принята к защите 14.03.2024 г. (протокол заседания № 4)
диссертационным советом 24.2.312.05, созданным на базе федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, приказ
Минобрнауки России о создании совета № 246/нк от 03.03.2016 г. (приказом
Минобрнауки России № 561/нк от 03.03.2016 г. диссертационному совету
24.2.312.05 установлены полномочия по защитах диссертаций на соискание
ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на
срок действия номенклатуры научных специальностей).

Соискатель Осипов Эдуард Владиславович, 08.05.1986 года рождения,
диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий на тему
«Совершенствование систем создания вакуума установок ректификации
мазута» защитил в 2012 году в диссертационном совете Д 212.080.06,
созданном на базе федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Работает доцентом кафедры машин и аппаратов химических производств ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Машины и аппараты химических производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, Поникаров Сергей Иванович, заведующий кафедрой «Машины и аппараты химических производств» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Официальные оппоненты:

Голованчиков Александр Борисович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», профессор кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»;

Сидягин Андрей Ананьевич, доктор технических наук, доцент, Дзержинский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», профессор кафедры «Технологическое оборудование и транспортные системы»;

Фарахов Тимур Мансурович, доктор технических наук, общество с ограниченной ответственностью «Инженерно-внедренческий центр «Инжехим», главный инженер проекта,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский

государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Ивановым Сергеем Петровичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Оборудование нефтехимических заводов» Института химических технологий и инжиниринга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Стерлитамаке), указала, что научная новизна работы заключается в том, что для моделирования вакуумного химико-технологического процесса разработана методология сопряженного моделирования основных элементов системы, а взаимовлияние элементов системы учитывается путем согласования характеристик элементов, под которыми понимаются зависимости объемного расхода паровой фазы от давления. Диссертация Осипова Э.В. выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Предлагаемые решения позволяют существенно повышать точность моделирования вакуумных химико-технологических процессов, использовать возможности универсальных моделирующих программ и проводить оптимизационные расчеты. Диссертационная работа является аргументированной и содержит новые подходы и методы, свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку. Структура диссертации является обоснованной и полностью отражает включенный в нее материал. Диссертация Осипова Эдуарда Владиславовича, представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Соискатель имеет 53 опубликованных работы, общим объемом 555 страниц, все по теме диссертации, из них 18 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России; 8 статей в изданиях, цитируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science; 1 свидетельство на программы для ЭВМ; 25 публикаций в материалах конференций; 1 монография. Опубликованные по теме диссертации работы отражают содержание разделов диссертации в части обзора литературных источников, их критического анализа, постановки целей и задач исследований, предложенных методов их решения и полученных результатов, апробированы на международных научно-технических конференциях.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени, заимствованный материал без ссылки на автора и/или источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Осиповым Э.В. в соавторстве, без ссылок на соавторов. Авторский вклад соискателя составляет около 82%.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. **Осипов, Э. В.** Оптимальное проектирование парозежекторной вакуумсоздающей системы для установки гидрокрекинга / Э. В. Осипов, Э. Ш. Теляков, К. С. Садыков // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2016. – Т. 52. – № 5. – С. 30–32.

2. **Осипов, Э. В.** Влияние тепло- и массообменных процессов, протекающих в жидкостно-кольцевом вакуумном насосе на его эксплуатационные характеристики / Э. В. Осипов, Э. Ш. Теляков, Р. М. Латыпов, Д. Бугембе // Инженерно-физический журнал. – 2019. – Т. 92. – № 4. – С. 1089–1099.

3. **Осипов, Э. В.** Совершенствование системы создания вакуума в блоке ректификационных колонн разделения смесей этаноламинов / Э. В. Осипов, Э. Ш. Теляков, С. И. Поникаров, А. А. Хоменко // Химическая промышленность сегодня. – 2020. – № 6. – С. 26–31.

4. **Osipov, E. V.** Coupled Simulation of a Vacuum Creation System and a Rectification Column Block / E. V. Osipov, E. Sh. Telyakov, S. I. Ponikarov // Processes. – 2020. – Vol. 8. – № 1333. – P. 1–20.

5. **Osipov, E. V.** Mini-refinery vacuum unit: Functional analysis and improvement of vacuum overhead system / E. V. Osipov, E. S. Telyakov, S. I. Ponikarov, D. Bugembe, A. S. Ponikarov // Processes. – 2021. – Vol. 9. – № 11. – P. 1–31.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Дворецкого Д.С.**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; **Промтова М.А.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; **Таранцева К.В.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»; **Волненко А.А.**, доктора технических наук, профессора, заведующего научно-исследовательской лабораторией «Инновационное оборудование технологических процессов» некоммерческого акционерного общества «Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова»; **Печенегова Ю.Я.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технология и оборудование нефтегазовых, химических и пищевых производств» Энгельсского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»; **Давлетшина А.Р.**, доктора технических наук, директора департамента прикладных научных исследований и разработок акционерного общества «Институт нефтехимпереработки»; **Коротковой Т.Г.**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»; **Вайтехович П.Е.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры

«Машины и аппараты химических и силикатных производств» учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»; **Липина А.Г.**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»; **Войнова Н.А.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Машины и аппараты промышленных технологий» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева».

Все отзывы **положительные**. В отзывах отмечено, что диссертационная работа выполнена на актуальную тему, направлена на решение важной научно-практической задачи разработки методологии сопряженного моделирования и комплексной оптимизации проектных решений при разработке новых, а также реконструкции существующих вакуумных блоков.

Имеются замечания и вопросы: 1. При описании методологии исследования и совершенствования аппаратурно-технологического оформления химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом, следовало бы использовать более наглядное графическое представление разработанной соискателем многостадийной итерационной процедуры, отображающей логическую и временную структуру деятельности исследователя, применяемые средства и методы научного исследования и проектирования? 2. В автореферате не приводятся сведения о методах построения математических моделей основных типов вакуумсоздающих систем, что не позволяет проанализировать корректность принятых допущений и проследить правильность учета конструктивных особенностей этих систем, свойств перерабатываемых веществ и уравнений значимых физико-химических явлений? (**Дворецкий Д.С.**); не приведены сравнительные данные по экономической и технической эффективности оборудования, спроектированного по разработанным методикам, и существующего вакуумного оборудования (**Промтов М.А.**); 1. В автореферате не соблюдается указание размерностей в системе СИ (0,5-1 мм

Hg, 33-40 мбар), 2. На странице 11 автореферата указано, что «Расчетная схема считалась адекватной, если данные промышленного обследования (экспериментального исследования) отличались друг от друга не более чем на 15%». Можно ли считать это точностью проведенных экспериментов? 3. На графиках с данными экспериментального исследования отсутствуют диапазоны разброса данных, что затрудняет оценку проведенных расчетов (**Таранцев К.В.**); схема жидкостно-кольцевого вакуумного насоса на рис. 11 представлена в чрезмерно сжатом виде (**Волненко А.А.**); 1. Из автореферата не ясно, как учитывалась автором при математическом моделировании процессов в блоках рассматриваемой химико-технологической системы и процессов в отдельных аппаратах блоков распределенность величин параметров функций связей в областях моделирования, а также переменность физико-химических свойств движения рабочих сред, которая оказывает весьма существенное влияние на процессы перехода. Следует принимать во внимание, что расчет интенсивности процессов переноса в условиях переменности свойств рабочих тел с использованием метода определяющей температуры, в качестве которой принимается средняя температура рабочего тела в процессе, может привести к недопустимо большим ошибкам, 2. На стр. 11 автореферата, второй абзац снизу, автор пишет: «...насыщенные пары конденсируются при температуре насыщения и переохлаждаются до заданной температуры, при этом конденсируется часть паров». Не ясно, как в конденсаторе пара могут переохлаждаться пары, имеющие температуру насыщения. Возможно, автор имел в виду переохлаждение получаемого в процессе конденсации конденсата? 3. Автор своем анализе среди механических вакуумсоздающих устройств, рассматривает, в частности, нагнетатели Рутса, имеющие давнюю историю создания и которые, как известно, сложны в изготовлении, имеют низкий к.п.д., быстрый износ рабочих органов и многие другие недостатки. В настоящее время предложены новые и эффективные роторно-пластинчатые нагнетатели простой конструкции, использование которых в качестве вакуумсоздающих устройств предпочтительнее нагнетателей Рутса. Конструкции новых устройств

представлены в патентной литературе (**Печенегов Ю.Я.**); 1. Из всего многообразия химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом, уделено внимание только ректификации, 2. При сравнении эффективности различных типов вакуумсоздающих систем рассматриваются гидроциркуляционные и эжекторные вакуумные насосы, остальные не упомянуты (**Давлетшин А.Р.**); Если расчет по разработанной методике зависит от начальных приближений входных параметров, и «для данных условий теплообменник не подходит», то каким образом в этом случае в дальнейшем происходит расчет СХТС с прямыми и обратными рецикловыми потоками? Изменения входных параметров происходят в ручном (методом подбора) или автоматическом режиме? (**Короткова Т.Г.**); 1. В тексте, обозначениях и на схемах отсутствует расшифровка векторного параметра a_1 , a_2 и a_3 , 2. На стр. 13, (п. 4) не указано как рассчитывалась средняя температура в каждой зоне межтрубного пространства конденсатора и, вообще, как определялись границы этих зон, 3. Аналогично на рис. 14 и рис. 15 не указано как устанавливались границы кавитационного предела, 4. На стр. 19 автором отмечается хорошая сходимость расчетных и экспериментальных значений параметров сервисной жидкости. Но по графикам, особенно по производительности (рис. 19), видно, что характер ее изменения по экспериментальным данным существенно отличается от расчетного (**Вайтехович П.Е.**); 1. Из автореферата не ясно каким образом проводилась параметрическая идентификация предложенной математической модели жидкостного кольцевого вакуумного насоса и проверка ее адекватности, 2. Представленные на рисунке 20 результаты расчетов температуры сервисной жидкости по методике фирмы Sterling SIHI group лучше согласуются с опытными данными, чем расчеты по предложенной модели. Чем это можно объяснить? (**Липин А.Г.**); следует пояснить какие методы расчета и приемы компоновки вакуумных блоков использовались ранее в инженерной практике? (**Войнов Н.А.**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, опытом работы и публикационной

активностью в области процессов и аппаратов химической технологии, в сферу научных интересов которых входит тематика диссертационного исследования, а также наличием большого числа работ по данной тематике, что определяет их способность дать профессиональную оценку новизне и научно-практической значимости диссертации.

Ведущая организация широко известна своими достижениями в области нефтепереработки, нефтехимии и нефтедобычи, моделирования и проектирования химико-технологических машин и оборудования. Ученые УГНТУ развивают экологичные технологии, в частности проект «Низкоуглеродная технология создания вакуума» по повышению эффективности гидроэжекционных вакуумсоздающих систем. Труды сотрудников ведущей организации опубликованы в ведущих российских научных журналах, а также в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science.

Диссертационный совет 24.2.312.05 отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключается в следующем:

- *разработана* методология сопряженного расчета основных элементов технологических блоков, работающих под вакуумом, позволяющая учитывать взаимное влияние характеристик основного технологического объекта и вакуумсоздающей системы;

- *предложены* математические модели элементов сложных химико-технологических систем, работающих под вакуумом: жидкостно-кольцевого вакуумного насоса; вакуумного конденсатора; парового эжектора; вакуумного насоса типа Рутс;

- *доказано*, что отличия рабочих параметров вакуумной химико-технологической системы от проектных обусловлены в значительной степени недостаточным учетом характеристик технологического объекта при выборе научно-технических решений на стадии проектирования;

– *введены* критерии оценки эффективности вакуумсоздающих систем различных типов с учетом эксплуатационных затрат, расхода условного топлива и выброса диоксида углерода.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– *доказана применимость* методологии сопряженного моделирования вакуумируемого оборудования и вакуумсоздающих систем, при использовании которой давление в блоке не задается, а определяется по производительности вакуумсоздающей системы и характеристикам вакуумируемого объекта;

– *изложены* математические модели основных элементов технологических объектов и вакуумсоздающих систем, составляющих химико-технологическую систему, работающую под вакуумом, построенные на основе фундаментальных законов сохранения массы, энергии и импульса;

– *раскрыты* основные критерии оценки эффективности функционирования вакуумных блоков с учетом эксплуатационных затрат, расхода условного топлива и выброса CO₂;

– *изучены* характеристики жидкостно-кольцевого вакуумного насоса с учетом изменения технологических параметров (температуры, давления и расхода) энергетических потоков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– *разработаны и внедрены* новые гидроциркуляционные типы вакуумсоздающих систем для химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом;

– *определены* рекомендации по проектированию вакуумсоздающих систем для технологических установок промышленных предприятий химического, нефтехимического и нефтеперерабатывающего профилей;

– *создана* методика расчета вакуумного кожухотрубчатого конденсатора с учетом изменения температуры конденсации и падения давления в кожухе;

– *представлена* разработанная программная надстройка по управлению моделирующей программой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- *теория* построена на интегральных уравнениях законов сохранения массы, энергии и импульса, законов термодинамики и согласуется с экспериментальными данными;
- *идея базируется* на том, что согласованность характеристик технологического объекта и вакуумсоздающей системы позволяет учитывать взаимное влияние между элементами химико-технологической системы;
- *использованы* данные промышленного обследования действующих промышленных установок, функционирующих под вакуумом, для определения адекватности результатов математического моделирования химико-технологической системы;
- *установлено* удовлетворительное согласование авторских результатов с результатами функционирования действующих промышленных установок под вакуумом.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методологии сопряженного моделирования основных блоков химико-технологической системы, работающей под вакуумом; разработке математических моделей и расчетных модулей основных технологических объектов и вакуумсоздающих систем; разработке лабораторной установки и проведении экспериментальных исследований по проверке адекватности математической модели жидкостно-кольцевого вакуумного насоса; проведении и анализе расчетов по сопряжению характеристик основных элементов химико-технологической системы, работающей под вакуумом, для определения основных закономерностей, влияющих на остаточное давление в вакуумном блоке; разработке и внедрению научно-технических решений по модернизации оборудования; написании статей и монографии.

По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий: п. 2. Теория подобия, моделирование и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов, машин и агрегатов; п. 4. Способы, приемы, методология

исследования химических, тепловых, массообменных и совмещенных процессов, совершенствование их аппаратного оформления; п. 10. Методы изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающие минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод, в том числе разработка химико-технологических процессов переработки отходов.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Результаты работы, модели и методы рекомендуются использовать при проектировании или реконструкции вакуумных блоков на предприятиях нефтехимии и нефтеперерабатывающих заводов. Разработанные модели будут полезны для проектных организаций, занимающихся вопросами проектирования вакуумной техники, разработчикам компьютерных тренажеров вакуумных блоков и эксплуатационному персоналу предприятий.

В ходе защиты диссертации критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Соискатель Осипов Эдуард Владиславович подробно ответил на замечания и задаваемые ему в ходе заседания вопросы. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

Диссертационным советом сделан вывод, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» в действующей редакции.

На заседании 21.06.2024 г. диссертационный совет 24.2.312.05 принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения в области сопряженного моделирования вакуумных блоков, направленных на повышение эффективности химико-технологических процессов в вакуумных аппаратах, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Осипову Эдуарду Владиславовичу ученую степень доктора технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 12 докторов наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Зиятдинов

Надир Низамович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дмитриева

Оксана Сергеевна

21 июня 2024 г.

