

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Пшенина Владимира Викторовича
на тему: «Обоснование технико-технологических решений по обеспечению
безопасного и ресурсосберегающего функционирования трубопроводных систем
морских нефтеналивных терминалов», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности**

2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Диссертационная работа В.В. Пшенина посвящена решению крупной научно-технической проблемы, состоящей в обеспечении безопасного, экологически приемлемого и ресурсосберегающего функционирования технологической системы морского нефтеналивного терминала, включающей наливной трубопровод, танкер, трубопровод отвода газовой фазы и установку рекуперации паров нефти и нефтепродуктов.

Актуальность выбранного направления определяется не только необходимостью сокращения технологических потерь углеводородов, но и стратегическим значением морской перевалки нефти и нефтепродуктов для отечественного топливно-энергетического комплекса. По официальным данным Министерства транспорта Российской Федерации, в 2025 году грузооборот морских портов составил около 860,8 млн т, из которых примерно 419,1 млн т пришлось на наливные грузы. Экспортные грузы достигли 672,9 млн т. Таким образом, даже относительно малые удельные потери продукта при наливке танкеров в совокупности могут формировать значительный материальный и экологический ущерб.

Необходимость герметизации наливных операций и возврата углеводородной паровой фазы подтверждается и положениями отечественных отраслевых справочников по наилучшим доступным технологиям. В частности, применение герметичного налива совместно с улавливанием или рекуперацией паров рассматривается как одно из результативных технических решений, способных снижать соответствующие потери углеводородов на 80–90 %. Однако реализация такого потенциала возможна только при согласованной работе всех элементов газоотводной системы, поскольку наличие УРП само по себе еще не гарантирует достижения нормативной эффективности. Особую значимость работа приобретает с позиций промышленной безопасности. Согласно данным Ростехнадзора, в 2024 году в сфере нефтепереработки, нефтехимии и нефтепродуктообеспечения эксплуатировалось 3968 опасных производственных объектов. На этих объектах было зарегистрировано девять аварий против четырех годом ранее, а при несчастных случаях погибли шесть человек. Эти сведения показывают, что повышение интенсивности технологических процессов должно сопровождаться не формальным оснащением объектов защитным оборудованием, а развитием научно обоснованных методов управления режимами работы сложных взаимосвязанных систем.

Содержание диссертации соответствует приоритетам Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2025 года № 908-р. В числе ее ориентиров обозначены обеспечение энергетической безопасности, сохранение экспортного потенциала, повышение конкурентоспособности, достижение технологического суверенитета и снижение негативного воздействия объектов энергетики

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-325 от 28.07.26
АУ УС

на окружающую среду. Разработка отечественных расчетных методов, программных средств, технических требований и алгоритмов управления УРП непосредственно отвечает указанным задачам.

Следует согласиться с автором в том, что традиционная практика выбора установки рекуперации паров преимущественно по номинальной производительности не учитывает динамику давления в газовом пространстве танкера, изменение интенсивности испарения, сопротивление протяженного трубопровода отвода газовой фазы, свойства груза, содержание инертного газа и алгоритмы переключения технологического оборудования. В результате установка с формально достаточными паспортными характеристиками может функционировать вне рациональной области режимов, характеризоваться повышенным энергопотреблением и не обеспечивать требуемую степень очистки. Поэтому рассмотрение системы «трубопровод погрузки — танкер — трубопровод отвода газовой фазы — УРП» в качестве единого объекта моделирования и управления представляется своевременным и принципиально правильным.

К наиболее существенным научным результатам диссертации следует отнести разработку математической модели вытеснения газозоудной смеси из напояняемого танкера, учитывающей нелинейный и нестационарный характер процесса. Принципиально важно, что производительность газоотводной системы в работе не отождествляется механически с расходом наливаемого продукта. Автор показывает, что объем и состав вытесняемой газовой смеси определяются совместным влиянием изменения свободного газового пространства, испарения углеводородов, гидравлического сопротивления газоотводного тракта и динамики давления внутри танкера.

С научной точки зрения существенным представляется предложенный подход к идентификации параметров массоотдачи по результатам регистрации давления во время реальных операций погрузки. Тем самым решается обратная задача, позволяющая получать сведения о фактическом протекании массообменных процессов без установки большого количества измерительной аппаратуры непосредственно в грузовых танках. В условиях ограниченного доступа к внутреннему пространству морского судна такой подход обладает не только расчетной, но и самостоятельной методологической ценностью.

Заслуживает положительной оценки проведение промышленных экспериментов и сопоставление расчетных результатов с данными реальных погрузок. Автором показано, что концентрация углеводородов, расход парогазовой смеси и давление изменяются в ходе операции существенно и не всегда синхронно. Это подтверждает недостаточность стационарных моделей для выбора производительности УРП и диаметра трубопровода отвода газовой фазы.

Важным результатом является научно-методическое обоснование взаимосвязанного управления газоотводной системой и оборудованием УРП. В частности, исследованы вопросы рационального времени включения установки, управления циклами адсорбции и регенерации, использования текущего состояния адсорберов, а также применения средств инструментального контроля состава газовой смеси. Сделанный автором вывод о возможности снижения энергозатрат вакуумного оборудования примерно на 30–50 % при управлении адсорберами по их фактическому состоянию имеет существенное значение для объектов с большим числом ежегодных операций налива.

Отдельно следует отметить анализ эксплуатации конденсационных установок рекуперации паров. Представленные результаты подтверждают возможность возврата значительного количества жидкого продукта, а также достижения высокой степени очистки при благоприятных температурных режимах. Вместе с тем автор не ограничивается демонстрацией единичной эффективности, а рассматривает сезонность, изменение состава смеси и зависимость показателей установки от технологических условий. Такой подход позволяет перейти от рекламной или паспортной оценки оборудования к оценке его фактической эксплуатационной результативности.

Принципиальная значимость работы состоит в переводе задачи рекуперации паров из области локального подбора аппарата в область системного проектирования и управления. В диссертации УРП рассматривается не как автономный конечный элемент, а как часть гидрогазодинамически связанной системы, в которой отклонение параметров одного звена способно изменить режимы всех остальных элементов. Подобная постановка формирует научную основу для проектирования новых терминалов и технического перевооружения действующих объектов.

Научные результаты получили существенное практическое развитие. С их использованием подготовлен стандарт СТО.ИНТИ S.40.32 «Установки рекуперации паров. Общие технические требования», сформирована база данных по эксплуатируемым УРП, разработаны программы для расчета процессов в системе налива, предложены инженерные решения по определению диаметра трубопровода отвода газовой фазы и рационального размещения установки. Результаты апробированы на производственных объектах, в том числе на морском терминале и в организациях нефтегазового комплекса. Наличие отраслевого нормативного документа, программных продуктов, патентов и актов внедрения позволяет утверждать, что работа не ограничивается развитием теоретических положений, а формирует комплекс инструментов, пригодных для проектной и эксплуатационной деятельности.

Достоверность выводов обеспечивается сочетанием аналитического моделирования, численных методов, обработки промышленных данных и экспериментальной проверки. В работе использованы уравнения сохранения массы и количества движения, методы идентификации параметров, статистическая обработка результатов, физическое и вычислительное моделирование. Последовательный переход от теоретической постановки к эксперименту, а затем к промышленной апробации является сильной стороной исследования. Автореферат в целом последовательно отражает цель, задачи, научную новизну, защищаемые положения и результаты внедрения. Представленные публикации, объекты интеллектуальной собственности и сведения об апробации свидетельствуют о достаточной полноте опубликования основных результатов.

Имеются следующие вопросы и замечания:

1. Целесообразно подробнее рассмотреть вопросы метрологической достоверности измерительных каналов, алгоритмов перехода в безопасное состояние при отказе датчиков и исполнительных механизмов, а также разграничения функций автоматического управления и действий оператора.

2. Показано, что для описания динамики изменения давления в газовом пространстве танкера наиболее рационально использовать нелинейное дифференциальное уравнение, полученное автором. Чем обусловлена рациональность?

3. При вычислении критической скорости на основании критериальных уравнений, учитываются ли радиус или иные геометрические параметры прогиба трубы?

4. Какое решение принимается, если расчетная критическая скорость превышает допустимую проектную скорость?

Приведенные замечания не затрагивают достоверность основных научных положений и не изменяют общей высокой оценки диссертации.

Автор представленной научной работы решил все сформулированные научные задачи и, как следствие, достиг поставленную цель. Это свидетельствует о том, что В.В. Пшенин обладает разнообразными научными и организационными компетенциями, которые характеризуют его как высококвалифицированного специалиста в различных научных областях.

Диссертация «Обоснование технико-технологических решений по обеспечению безопасного и ресурсосберегающего функционирования трубопроводных систем морских нефтеналивных терминалов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Пшенин Владимир Викторович – **заслуживает** присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Я, Владимир Константинович Тян, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра "Трубопроводный транспорт", профессор, доктор технических наук



**Тян Владимир
Константинович**

«14» июля 2026 г.

ПОДПИСЬ В.К. Тян заверяю



управления научных исследований
Давыдов А.Н.
«14» июля 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»
Адрес: 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244; 1-й главный корпус.
Тел. рабочий: 89023361131; E-Mail: V_K_Tyan@mail.ru