

**О Т З Ы В**  
**на автореферат диссертации Цепляева Максима Николаевича**  
**на тему «Обеспечение устойчивости стенок вертикальных цилиндрических**  
**резервуаров на основе рационального расположения колец жесткости»,**  
**представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по**  
**специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения**

Совершенствование методик расчёта и проектирования сооружений массового строительства, к которым относятся и стальные вертикальные цилиндрические резервуары (ВЦР) является важной научно-практической задачей. Причиной тому является развитие химической отрасли и стабильный спрос на нефтепродукты, что вызывает необходимость постоянного обновления и ремонта парка резервуаров. Необходимость ремонта обусловлена особенностю работы цилиндрических стенок резервуаров которые, являясь тонкостенными оболочками, имеют относительно небольшой расчётный срок службы, а также склонность к нарушениям проектной геометрии и другим дефектам возникающим в процессе эксплуатации. Как следствие, даже незначительное снижение металлоёмкости может позволить дать существенный экономический эффект для отраслей использующих резервуары в целом. При этом, высокая степень техногенной опасности таких конструкций требует обеспечения их высокой надёжности, что влечёт за собой необходимость выполнения глубокого анализа возможности снижения материальноёмкости без снижения надёжности конструкции.

Одним из конструктивных способов обеспечения устойчивости цилиндрических стенок резервуаров от действия поперечных нагрузок является установка рёбер жёсткости. Однако, на протяжении имеющегося длительного мирового опыта эксплуатации ВЦР решение задачи обеспечения прочности стенки являлось приоритетным. Устойчивость оболочек обеспечивается приближёнными решениями, надёжность которых повышается за счёт коэффициентов безопасности. Соответственно, и методика расстановки колец жёсткости имеет ряд допущений, полноценный учёт которых может повысить устойчивость. Таким образом, *выбранная тема диссертационного исследования является актуальной, своевременной и имеющей практическую ценность.*

В автореферате диссертации соискателем представлены результаты многолетнего исследования в виде комплекса разработанных технологий и методов оценки и диагностики опасного производственного оборудования при воздействиях, вызывающих потерю устойчивости, подходов к построению систем периодического и постоянного мониторинга оборудования, отражены методология моделирования работы стенок вертикальных цилиндрических резервуаров больших объемов и методология автоматической идентификации формализованных дефектов оборудования. Представлены математическое, алгоритмическое и инструментальное обеспечение, реализующее предлагаемые подходы в области проведения расчетно-экспериментальных оценок, периодического и постоянного мониторинга, а также управления свойствами нагруженного оборудования по заданному принципу размещения кольцевых подкреплений.

Структура работы понятна и логично выстроена в виде последовательного решения задач для достижения поставленной цели исследования. Непосредственно цель и задачи исследования основаны на результатах систематизации и критического анализа значительного количества литературных источников по теории и практике проектирования и эксплуатации вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления в части их расчёта на устойчивость.

Научная новизна работы отмечена установленными закономерностями, отличающимися учётом влияния гибкости отдельных участков стенки с кольцевыми ребрами жёсткости на общую устойчивость при учете фактического распределения ветрового давления. Автором рассмотрены случаи оболочки с идеальной геометрией и с наличием типового дефекта в виде угловатости вертикального сварного шва. На основе полученных данных установлены резервы несущей способности оболочки стенок ВЦР в 4-7%, по отношению к действующим в нормативных документах.

Достоверность полученных результатов Цепляева Максима Николаевича подтверждается экспериментальной верификацией применяемой в исследовании конечно-элементной модели, сравнением полученных значений с результатами других авторов и известными аналитическими решениями. Кроме того, результаты исследования имеют практическое применение и были учтены при проектировании технических решений по усилению конструкций силосов имеющих дефекты и повреждения с помощью тонкостенных металлических оболочек. Вместе с тем, достоверность научных результатов диссертационной работы обеспечивается корректным использованием апробированных расчетных методов, методов обработки результатов исследования, удовлетворительным совпадением результатов аналитических и численных решений с результатами натурных экспериментов, апробированными практическими внедрениями и инженерно-техническими разработками, использованием метрологически проверенного и сертифицированного инструментального обеспечения, стендового оборудования и программных средств.

В целом текст автографера диссертации Цепляева М.Н. написан лаконично, понятно; иллюстративный материал оформлен технически грамотно; цель и задачи достигнуты; новизна подтверждена, теоретическая ценность и практическая значимость объективно доказаны; корректность выводов не вызывает сомнений.

По теме диссертации автором опубликовано достаточное количество печатных работ, полноценно отражающих содержание диссертационного исследования, в том числе имеются публикации в рецензируемых журналах из перечня специализированных научных журналов, 1 статья проиндексирована в реферативных базах Scopus и WoS.

В тексте автографера диссертации имеются необходимые ссылки на опубликованные автором источники.

Несмотря на общую положительную оценку работы по тексту автографера имеются следующие замечания:

1. Потеря устойчивости характерна в первую очередь для верхних поясов цилиндрической стенки, соответственно форма потери устойчивости в определённой мере зависит от конструкции верхнего опорного узла сферической кровли. Из текста автографера остается не ясным рассматриваемое решение указанного узла, а также учёт его возможных конструктивных вариаций.

2. В автографете не находит своего отражения что именно автор подразумевает под понятием «коэффициент запаса устойчивости» в случае аналитических и численных расчётов.

Вместе с тем отмечаем, что данные замечания не снижают общей значимости работы. Диссертационная работа Цепляева Максима Николаевича базируется на качественном экспериментальном материале, подкреплена достаточными доказательствами обоснованности своих идей, а полученные автором результаты представляют большой научный и практический интерес. Как положительное качество работы также отмечаем, что авторомделено большое внимание созданию актуальным в настоящее время научно-обоснованным теоретическим аспектам решения проблемы. В содержании диссертационной работы приводятся убедительные аргументы в пользу избранной концепции, всесторонне анализируются и доказательно критикуются противоречия ей точки зрения.

## **Заключение**

Выполненная диссертационная работа «Обеспечение устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров на основе рационального расположения колец жесткости» является завершённым научным исследованием и соответствует требованиям, выдвигаемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Цепляев Максим Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим мы, Пояркова Екатерина Васильевна и Гаврилов Александр Александрович даем согласия на автоматизированную обработку персональных данных с указанием Фамилии, Имени, Отчества.

Заведующий кафедрой механики материалов,  
конструкций и машин

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
доктор технических наук (05.16.09), доцент

Пояркова  
Екатерина Васильевна

Доцент кафедры механики материалов,  
конструкций и машин

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
кандидат технических наук (05.23.17)

Гаврилов  
Александр Александрович

«14 » декабря 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,  
кафедра механики материалов, конструкций и машин  
460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, корпус № 20  
Телефон: (3532) 37-25-13  
Факс: (3532) 37-25-10  
Сайт: <http://www.osu.ru/>  
Эл. почта: [aki@mail.osu.ru](mailto:aki@mail.osu.ru), [mmkm@mail.osu.ru](mailto:mmkm@mail.osu.ru)

*Подписи зав. кафедрой Поярковой Е.В. и доцента Гаврилова А.А. заверяю*

Главный ученый секретарь ФГБОУ ВО  
«Оренбургский государственный университет»  
доктор технических наук, профессор



Фот  
Андрей Петрович

«14 » декабря 2020 г.