

**Заключение диссертационного совета Д 01.006.02
на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры»**

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета Д.01.006.02 от 06.03.2020 № 74

О ПРИСУЖДЕНИИ

Цепляеву Максиму Николаевичу
учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Обеспечение устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров на основе рационального расположения колец жесткости» по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения принята к защите «23» декабря 2019 г., диссертационным советом Д 01.006.02 (протокол № 68) на базе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина 2 (приказ о создании диссертационного совета № 634 от. 01.10.2015 г.).

Цепляев Максим Николаевич 1993 года рождения окончил в 2015 году магистратуру по специальности «Промышленное и гражданское строительство» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

С 2015 по 2018 год Цепляев М.Н. проходил обучение в аспирантуре ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по кафедре «Теоретическая и прикладная механика» по научной специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. С 2015 года работает ассистентом на кафедре «Теоретическая и прикладная механика» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретическая и прикладная механика»

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Мущанов Владимир Филиппович**, проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Официальные оппоненты:

1. **Белый Григорий Иванович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры металлических и деревянных конструкций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

2. **Гольцев Аркадий Сергеевич**, доктор физико–математических наук, профессор, профессор кафедры прикладной механики и компьютерных технологий государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в своем положительном заключении, утвержденном И.о. проректора по научной и исследовательской деятельности, доктором химических наук, старшим научным сотрудником Метелицей Анатолием Викторовичем указала, что диссертация представляет собой завершённую научно–исследовательскую работу, на актуальную тему. Полученные диссертантом научные результаты имеют существенное значение для строительной науки и практики обеспечения устойчивости стенок стальных вертикальных цилиндрических резервуаров на этапах проектирования и эксплуатации. Диссертация логически структурирована, её содержание определяется поставленной целью и задачами исследования. Работа отвечает требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области прикладных и научных исследований в области строительных конструкций, зданий и сооружений и наличием публикаций в соответствующей сфере исследования.

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 9 научных изданиях, в том числе 7 публикаций – в рецензируемых научных изданиях: 6 работ опубликованы в изданиях, входящих в перечень специализированных научных журналов; 1 – в зарубежных изданиях, индексируемых международных реферативных базах цитирования Scopus и Web of Science, 2 – публикации по материалам научных конференций.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Цепляев М.Н. Моделирование реальной эпюры ветрового давления на цилиндрический резервуар в среде SCAD [Текст] // Металлические конструкции. – 2016. – Т.22 – №4. С. 183–192. Включено в РИНЦ.

2. Мущанов В.Ф. Сравнительный анализ эффективности конструктивных и расчетных методов обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров [Текст] / В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев** // Металлические конструкции. – Макеевка: ДонНАСА. – 2017. № 3 (23) – С. 123–137. Включено в РИНЦ. (*Выполнен анализ методик расстановки КЖ*).

3. Мущанов В.Ф. Анализ численных и аналитических значений коэффициента запаса устойчивости стенки резервуара [Текст] / В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев** // Вестник ДонНАСА. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий: сборник научных трудов. – Вып. 2018–3(131). – С. 105–115. Включено в РИНЦ. (*Проведена верификация численной модели резервуара для расчётов на устойчивость*)

4. Зубенко А.В. Ветровая нагрузка на вертикальный цилиндрический

резервуар [Текст] / А.В. Зубенко, Д.И. Роменский, В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев**, Р.Н. Степанов // Интернет журнал «Наукovedение». – 2017. – Т.9 – №6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/99TVN617.pdf>. Включено в РИНЦ. *(Проведён критический анализа методик по сбору ветровой нагрузки, согласно различных нормативных документов).*

5. Мущанов В.Ф. Напряжения в кровле резервуара, состоящего в группе, при действии ветра [Текст] / А.В. Зубенко, В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев** // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 5 (68). – С. 36–51. Включено в РИНЦ. *(Выполнено моделирование ветровой нагрузки и проведена оценка напряжённно–деформированного состояния конструкций кровли ВЦР)*

6. Mushchanov V.P. The stress state of a tank shell in the group under wind load [Текст] / **M.N. Tsepliaev**, A.V. Zubenko, V.P. Mushchanov // Инженерно–строительный журнал. – 2018. – № 7 (83). – С. 49–62. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/7\(83\)/maket83.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/7(83)/maket83.pdf). Включено в Scopus, Web of science, РИНЦ. *(Выполнено моделирование ветровой нагрузки и проведена оценка напряжённно–деформированного состояния конструкций стенки ВЦР).*

7. Мущанов В.Ф. Обеспечение устойчивости стенок резервуаров на основе рационального расположения колец жёсткости [Текст] / В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев** // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 9 (72). – С. 58–73. Включено в РИНЦ. *(Определено рациональное количество колец для резервуаров различных объёмов).*

8. Мущанов В.Ф. Уточнение НДС стенки резервуара при объёмном моделировании колец жесткости [Текст] / В.Ф. Мущанов, **М.Н. Цепляев** // Материалы международной научно–практической конференции: «Архитектура и искусство: от теории к практике». (Ростов–на–Дону, 24–27 апреля 2018 г.). – Ростов–на–Дону: ЮФУ, 2018. – Т.1. – С. 76–88. *(Проведена оценка влияния жёсткости кольца на напряжённно–деформированное состояние цилиндрической стенки резервуара).*

9. Мущанов В.Ф. Уточненные подходы к расчету и проектированию

вертикальных цилиндрических резервуаров, эксплуатируемых в составе группы [Текст] / А.В. Зубенко, В.Ф. Мушанов, **М.Н. Цепляев** // Научные технологии и инновации: эл. сб. докладов Международной научно–практической конференции, посвященной 65–летию БГТУ им. В.Г. Шухова. (Белгород, 29 апреля 2019 г.). – Белгород: Изд–во БГТУ, 2019. – Ч.2. – С. 80–85. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.bstu.ru/shared/attachments/200934>. (*Определены зависимости для оптимального расположения колец жёсткости*)

На автореферат поступило 15 отзывов от специалистов ведущих вузов и организаций строительного профиля из Российской Федерации (г. Москва, г. Санкт–Петербург, г. Самара, г. Симферополь, г. Волгоград, г. Нижний Новгород, г. Оренбург, г. Липецк), Донецкой Народной Республики (г. Донецк), Луганской Народной Республики (г. Луганск, г. Алчевск).

Все отзывы положительные, отмечают актуальность, новизна и достоверность полученных результатов, их значение для науки и практики. В отзывах содержатся следующие замечания:

1. **Скалаухов Александр Петрович**, кандидат технических наук, доцент, ООО «Транснефть–Балтика», начальник проектно–сметного бюро. Отзыв положительный, с замечаниями:

– в работе проводилось сравнение экспериментальных и полученных методом конечных элементов значений напряжений. Для данного исследования следовало бы использовать различные расчётные комплексы, сравнение результатов расчётов по которым, кроме прочего, позволило бы убедиться в правильности полученных результатов;

– задание колец жёсткости пластинчатыми элементами, безусловно, отображает более реальную работу конструкции, однако при этом повышается время, затрачиваемой на формирование модели и проведение самого расчёта. В данном случае, для полноценного обоснования целесообразно было привести сравнение НДС оболочки в случае задания колец стержневыми и пластинчатыми элементами.

2. **Еремеев Павел Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, АО

«НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО», ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко», главный научный сотрудник. Отзыв положительный, с замечаниями:

- в автореферате отсутствуют данные по учету вертикальных нагрузок на стенки резервуара от собственного веса конструкции покрытия и снеговой нагрузки на нём;
- в приложениях следовало бы привести конкретные примеры расчёта резервуаров по предложенной автором методике.

3. Соловьёв Алексей Витальевич, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Металлические и деревянные конструкции». Отзыв положительный, с замечаниями:

- из автореферата не понятно, что автор называет реальной эпюрой ветрового давления и чем она отличается от характеристик, предложенных в строительных нормах. Нет данных по величине отрицательного давления при потере устойчивости стенки;
- не описаны параметры кольца жёсткости при проведении натурного эксперимента;
- будет ли справедлива предложенная методика при изменении схем нагружения (например изменение схемы распределения ветровой нагрузки при проектировании парка резервуаров или сосредоточенная сила в месте опирания конструкций крыши).

4. Псюк Виктор Васильевич, кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Строительные конструкции»; **Карапетян Смбат Хачатурович**, кандидат технических наук, доцент, ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет», доцент кафедры «Строительные конструкции». Отзыв положительный, с замечаниями:

- в автореферате не приведено описание расчётной конечно–элементной модели резервуара, составленной в ПК ЛИРА.
- в автореферате не приведены конструкция и геометрические характеристики

сечения кольца жёсткости.

– в тексте автореферата не пояснений на основе каких данных получена формула (6) (стр. 18).

5. Ватин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор ФГАОУ ВО «Санкт–Петербургский политехнический университет Петра Великого», профессор высшей школы промышленного, гражданского и дорожного строительства. Отзыв положительный, с замечаниями:

– автором исследуется вопрос влияния жёсткости кольца на устойчивость, однако принципиальное конструктивное решение кольца жёсткости не меняется. Указанная особенность не позволяет сделать вывод о применимости полученной методики в случае использовании нетипового поперечного сечения кольца.

– недостаточно подробно приводится обоснование введённого автором параметра λ учитывающего переменную толщину стенки. Указанный параметр является определяющей величиной для расположения колец жёсткости по приведенной автором методике. Для полноты исследования следовало бы указать и провести сравнение с другими возможными критериями и обосновать его преимущество.

6. Любомирский Николай Владимирович, доктор технических наук, профессор ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», директор департамента научно–исследовательской деятельности, заместитель директора по научной деятельности Академии строительства и архитектуры; **Родин Станислав Владимирович**, кандидат технических наук, доцент ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», заведующий кафедрой строительных конструкций Академии строительства и архитектуры. Отзыв положительный, с замечаниями:

– на приведенных графиках зависимости коэффициента запаса устойчивости от гибкости стенки указаны объёмы резервуаров для которых получены данные. В данном случае следует также указывать также высоту и радиус рассматриваемых резервуаров.

– конструкция резервуаров большого объёма предполагает наличие

дополнительных конструктивных элементов, необходимых для регулярного технического обслуживания резервуаров, в частности навесных лестниц. Их наличие целесообразно было бы учесть в рассматриваемых расчётных моделях.

7. Гаранжа Игорь Михайлович, кандидат технических наук, доцент ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», доцент департамента строительства Инженерной академии. Отзыв положительный, с замечаниями:

- в работе целесообразно было бы провести оптимизацию поперечного сечения кольцевых рёбер жёсткости, для повышения экономической эффективности предлагаемой методики.

- для проверки адекватности численной и экспериментальных моделей автором проводится сравнение значений предельных напряжений. Использование графиков «напряжение–деформация» на разных этапах приложения нагрузки были бы более предпочтительными и информативными.

8. Талантова Клара Васильевна, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», профессор кафедры «Строительные конструкции». Отзыв положительный, с замечаниями:

- для каких параметров тонкая стенка резервуара наиболее устойчива без элементов жёсткости?

- какой экономический эффект ожидается от предлагаемых в работе решений

- несколько снижает впечатление от текста автореферата неоднократное использование в начале предложения союза «также» (стр. 1. 7,10 и т.д.). В русском языке не принято начинать предложения с союза.

9. Пшеничкина Валерия Александровна, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ПО «Волгоградский государственный технический университет», заведующая кафедрой строительных конструкций, оснований и надежности сооружений института архитектуры и строительства. Отзыв положительный, с замечаниями:

- последовательность варьирования расположения трёх и более колец

жёсткости подробно не расписана, что не даёт понимания о диапазоне поиска оптимального расположения и взаимном расположении колец жёсткости при поиске их оптимального расположения;

– автор приводит объяснение отсутствия учёта возможной податливости основания, однако реальная работа резервуаров большого объёма, в том числе при расчётах на устойчивость может существенно зависеть от этого параметра. В перспективе исследований по рассматриваемому вопросу податливость основания следует учесть.

10. Колесов Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно–строительный университет», заведующий кафедрой строительных конструкций; **Сивоконь Юлия Владимировна**, кандидат технических наук ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно–строительный университет», доцент кафедры строительных конструкций; **Касимов Вадим Равильевич**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно–строительный университет», доцент кафедры строительных конструкций. Отзыв положительный, с замечаниями:

– на графиках зависимостей, на которых проводится аппроксимирующая кривая и её уравнение, (например на графиках зависимости КЗУ от гибкости на стр. 13 автореферата) отсутствует величина достоверности аппроксимации.

11. Ольфати Рахмануддин Садруддин, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», доцент кафедры металлических и деревянных конструкций. Отзыв положительный, с замечаниями:

– из приведенных графиков изменения веса стенки резервуара в зависимости от количества колец жёсткости видно, что при оптимизации конструкции самих колец жёсткости, их собственный вес мог быть уменьшен и расширены границы рационального применения;

– полученный автором диапазон рекомендуемых значений параметра λ определяющий шаг колец для резервуаров с отношением радиуса к высоте стенки

1,11 имеет довольно значительный размах. В данном случае, следовало разбить указанный диапазон на несколько путём определения соответствующих значений λ для резервуаров с отношением радиуса к высоте стенки менее 1,11.

12. Пояркова Екатерина Васильевна, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» заведующая кафедрой механики материалов, конструкций и машин; **Гаврилов Александр Александрович**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», доцент кафедры механики материалов, конструкций и машин.

Отзыв положительный, с замечаниями:

– 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 автореферата остаётся не ясным рассматриваемое решение указанного узла, а также учёт его возможных конструктивных вариаций;

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

13. Лабинский Константин Николаевич, доктор технических наук, доцент ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики. Заместитель начальника академии (по научной работе).

Отзыв положительный, с замечаниями:

– методика проектирования резервуаров больших объёмов со стенкой переменной толщины является практическим результатом работы, поэтому целесообразно её убрать из перечня научных положений, выносимых на защиту.

14. Алпатов Вадим Юрьевич, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства; **Чернышев**

Дмитрий Давидович, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доцент кафедры металлических и деревянных конструкций. Отзыв положительный, с замечаниями:

- из автореферата не ясно, по какому принципу проводилось размещение тензодатчиков и чем обосновано их количество при проведении экспериментальной верификации численной модели.

- для численного моделирования рассматривались кольца жёсткости идеальной геометрии (круглые в плане). Изготовление изделий такого большого диаметра является технологически сложной задачей. С этой точки зрения следовало бы указать возможные допуски, либо учесть в расчётах кольца упрощённой геометрической формы.

15. **Зверев Виталий Валентинович**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», заведующий кафедрой металлических конструкций; **Клоков Александр Васильевич**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», доцент кафедры металлических конструкций. Отзыв положительный, с замечаниями:

- наиболее распространёнными являются вертикальные цилиндрические резервуары объёмами до 10 тыс. м³, чем обоснован выбор в качестве исследуемых резервуаров других объёмов?

- принятый автором типовой геометрический дефект является характерным только для вертикальных цилиндрических резервуаров монтаж которых выполнен методом рулонирования. На сегодняшний день к такому методу прибегают всё реже. Следовало бы проанализировать другие дефекты характерные и для резервуаров полистовой сборки.

- автором не приведены результаты промежуточных расчётов коэффициента запаса устойчивости при определении оптимального расположения наличия трёх колец жёсткости, что приводит к неполной картине учёта влияния их взаимного расположения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных исследований:

– поставленная цель, а именно разработка теоретического и экспериментального обоснования способов обеспечения устойчивости стенки резервуаров больших объемов путём рациональной расстановки колец жесткости исходя из условий обеспечения максимальной устойчивости и минимального расхода стали с учётом реальной эпюры ветрового давления, достигнута;

– для сложившейся на сегодняшний день практики нормирования значений критических кольцевых напряжений определены факторы, дополнительный учёт которых повышает эффективность применения методики усиления кольцами жёсткости стенок резервуаров;

– подтверждена корректность построения и возможность использования конечно–элементной модели резервуара, разработанной в комплексе ЛИРА–САПР 2015 R4, для теоретических исследований потери устойчивости оболочки, подкреплённой кольцами жёсткости, обеспечивающих восприятие стенкой нагрузок от ветра и вакуума;

– для вновь проектируемых резервуаров объёмами 10–30 тыс. м³ со стенкой переменной толщины с идеальной геометрией установлены зависимости, позволяющие выполнить рациональную расстановку колец жесткости;

– установлены граничные параметры дефекта угловатости вертикального сварного шва, при которых наблюдается максимальное снижение устойчивости стенки сжимающей поперечной нагрузкой (ветер и вакуум). Для зависимостей, полученных для стенок вертикальных цилиндрических резервуаров с идеальной геометрией, разработана система корректирующих параметров ($\lambda_{1(ДЕФ)}$, $k_{ДЕФ}$), позволяющих учесть влияние параметров дефекта угловатости вертикального монтажного сварного шва на величину критических напряжений устойчивости;

– предложена уточненная методика размещения колец жесткости по высоте стенки резервуаров переменной толщины, учитывающая в отличие от ранее разработанных, фактическую неравномерность распределения ветровой нагрузки по поверхности стенки резервуара и обеспечивающая максимальные значения

коэффициента запаса устойчивости при одновременном снижении металлоемкости стенки. Методика реализована в виде программы автоматизированного размещения кольцевых рёбер жёсткости на стенках ВЦР для ЭВМ на программном языке Python;

– обоснованы повышающие коэффициенты для значений кольцевых критических напряжений по выражениям приведенным в нормативных документах Российской Федерации для оболочки с идеальной геометрии стенки и в случае дефекта угловатости вертикального монтажного сварного шва.

Теоретическое значение исследования обосновано тем, что:

– для случаев оболочки с идеальной геометрией и с наличием типового дефекта в виде угловатости вертикального сварного шва установлены отношения между гибкостями участков цилиндрической стенки (λ), позволяющие выполнить расстановку колец жесткости, обеспечивающую максимальную устойчивость оболочки с учётом фактического распределения ветрового потока:

а) для случая размещения одного КЖ: $\lambda_1 / \lambda_2 = 0,74$;

б) для случая размещения двух и более КЖ: $\lambda_1 / \lambda_2 = 0,85$ и $\lambda_i / \lambda_{i+1} = 0,8$;

при этом рациональное количество колец для оболочки без дефектов определяется рекомендуемым параметром λ_1 , представленным в виде диапазона значений для резервуаров с отношением радиуса к высоте стенки:

- $r/H = 0,79$, рекомендуемая гибкость $\lambda_1 = 540 \dots 570$;
- $r/H = 1,11$ – $\lambda_1 = 280 \dots 330$;
- $r/H = 1,27$ – $\lambda_1 = 245 \dots 270$;

– установлены зависимости влияния параметров дефекта угловатости вертикального монтажного сварного шва на величину коэффициента запаса устойчивости цилиндрической стенки резервуара, на основании которых сформулирована система корректирующих параметров для зависимостей, определяющих расстановку колец жёсткости, полученных для оболочки с идеальной геометрией, в виде выражения уточняющего максимальное значение диапазона рекомендуемой гибкости:

$$\lambda_{1(\text{деф})} = 1106.8 \left(\frac{r}{H} \right)^2 - 2884.1 \left(\frac{r}{H} \right) + 2137.7 + k_{\text{деф}} \left(\frac{B}{h} - 20 \right),$$

где: $k_{\text{деф}}$ – при отношении радиуса « r » к высоте оболочки « H » $r/H=0,79..1,11$ равно 0,333; при $r/H=1,27$ равно 0,5;

– определены резервы несущей способности стенки резервуара, обусловленные использованием разработанной методики рациональной расстановки колец жесткости, что позволяет уточнить значения величин критических значений кольцевых напряжений в стенке по отношению к действующим в нормативных документах минимум на 4...7% в сторону увеличения.

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработаны рекомендации по уточнению методики проектирования резервуаров больших объемов со стенкой переменной толщины в части обеспечения устойчивости их стенок при помощи рационального расположения кольцевых рёбер жёсткости. Уточнённая методика размещения колец позволяет повысить устойчивость стенки по сравнению с рекомендациями нормативных документов при одновременном сохранении или снижении металлоемкости конструкции до 5% от общей массы;

– установлены граничные параметры дефекта угловатости вертикального сварного шва, при которых наблюдается максимальное снижение устойчивости стенки, находящейся под действием сжимающей поперечной нагрузки (ветер и вакуум), а именно, при отношении ширины « B » к глубине « h » дефекта: $B/h=20..60$, где $h=10..30$ мм и B не более 800 мм;

– на основе зависимостей, полученных в результате выполненных исследований, предложен повышающий коэффициент для вычисления аналитических значений кольцевых критических напряжений по нормам СТО СА 03–002–2009 и СП16.13330.2017, при условии использования методики размещения колец, приведенной в данной работе;

– результаты исследования нашли применение при проектировании

технических решений по усилению конструкций силосов, имеющих дефекты и повреждения с помощью тонкостенных металлических оболочек, выполняемых ООО «Донецкий ПромстройНИИпроект» в 2015 году (шифр проекта 20–1/15/45–15/8–ООЗС), а также в учебном процессе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» в лекционном курсе «Расчет и проектирование зданий и сооружений» для магистров направления 08.04.01 «Строительство» по программе «Теория и проектирование зданий и сооружений».

Достоверность результатов исследований обеспечивается:

результатами экспериментальной верификации модели; сравнением полученных значений с результатами других авторов и известными аналитическими решениями; использованием лицензионных программных комплексов и поверенного измерительного оборудования.

Личный вклад заключается в том, что:

– систематизировано и критически проанализировано значительное количество источников по теории и практике проектирования и эксплуатации вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления в части их расчёта на устойчивость, в результате которых установлен ряд особенностей, требующих уточнения и дальнейшего развития; сформулирована цель и задачи исследования;

– разработаны методология и численные модели, позволяющие выполнить исследование устойчивости цилиндрических стенок резервуаров большого объёма при совместном действии фактического распределения ветрового потока и вакуума;

– выполнены исследования влияния различных вариантов расположения и поперечного сечения кольцевых рёбер жесткости на напряжённо–деформированное состояние и устойчивость стенок вертикальных цилиндрических резервуаров;

– предложена методика, позволяющая корректно решить важную научно–техническую задачу обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров на основе рационального размещения колец жесткости.

По своей актуальности, научной новизне, теоретическому и практическому значению, работа отвечает требованиям п. 2.2. «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

На заседании 06.03.2020 г. диссертационный совет Д 01.006.02 принял решение присудить Цепляеву Максиму Николаевичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета Д 01.006.02
д.т.н., профессор



(подпись)

Горохов Е.В.

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 01.006.02
к. арх., доцент

(подпись)

Радионов Т.В.