

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по НР и И  
д.т.н., профессор  
Сулейменов У.С.  
«\_\_\_» июня 2023 г.



## ВЫПИСКА

из протокола № 2 от 27.06.2023г.  
расширенного заседания научно-технического Совета с участием членов  
кафедры «Строительство и строительные материалы»  
НАО «ЮКУ им. М. Ауэзова»

### Присутствовали:

**Члены НТС ЮКУ им. М.Ауэзова:** д.т.н., профессор Жантасов К.Т., д.т.н., профессор Айменов Ж.Т., д.т.н., профессор Голубев В.Г., к.т.н., доцент Бажиров Т.С., к.т.н., доцент Туленов А.Т., д.т.н., профессор Тлеуов А.С., д.т.н., профессор Исмаилов Б.Р., к.т.н., доцент Ильясов Р.М., д.т.н., профессор Таймасов Б.Т., д.т.н., профессор Протопопов А.В., д.х.н., профессор Надиров К.С., к.т.н., доцент Тулекбаева А.К., д.т.н., профессор Джакипбекова Н.О., д.т.н., профессор Бейсенбаев О.К., д.т.н., профессор Анарбаев А.А., к.х.н., доцент Уразбаева К.А., к.т.н., доцент Абшенов Х.А., к.т.н., доцент Кочеров Е.

**Приглашенные:** Проректор по НРиИ Сулейменов У.С. – д.т.н., профессор, директор института послевузовского образования Елибаева Г.И. - к.б.н., доцент, Волненко А.А. -д.т.н., профессор, Алдияров Ж.- к.т.н., доцент, Сарсенбаев Б. - д.т.н., профессор, Дуйсенбеков Б. - доктор PhD, Тағыбаев А. – докторант.

**Онлайн -участие:** д.т.н., профессор Расулов Р.Х., к.т.н., доцент Садыков Ж., к.т.н., ассоциированный профессор Риставлетов Р.А., доктор PhD Артыкбаев Д.Ж., к.т.н., ассоциированный профессор Камбаров М., д.х.н., доцент Утелбаева А.Б., д.т.н., доцент Жумабаев А., магистр Кудабаев Р.

## ПОВЕСТКА ДНЯ

1. Обсуждение диссертационной работы Тимура Тұрсұнқұлұлы «Исследование сейсмостойкости стального вертикального цилиндрического резервуара для нефти-нефтепродуктов с предварительно – напряженной обмоткой», представленной на соискание степени доктора PhD по образовательной программе 8D07320 – Строительство.

Тема диссертации утверждена на Ученом Совете Южно-Казахстанского университета им. М.Ауэзова (протокол №7 от 24.12.2020г.).

**СЛУШАЛИ:** Доклад Түрсүнкулұлы Т. по диссертационной работе, выполненной в ЮКУ им. М.Ауэзова. Научные консультанты к.т.н., ассоциированный профессор Жанабай Н.Ж. и д.т.н., профессор Аврамов К.В.

В своем докладе Түрсүнкулұлы Т. изложил содержание работы, сформулировал основные результаты и выводы по работе.

**По результатам представленного доклада по диссертационной работе докладчику были заданы нижеследующие вопросы:**

**1. д.т.н., профессор Джакипбекова Н.О.** В докладе было озвучено, что в качестве обмотки параллельно со стальной проволокой рассматривалась и гладкая композитная нить. Для чего делалось сравнение? Какой вид композитного материала Вы применили? Покажите разницу или преимущества применения композитной нити относительно стальной проволоки?

**Ответ:** В диссертационной работе в качестве обмотки для усиления конструкции вертикального стального цилиндрического резервуара была рассмотрена также гладкая композитная нить. Данное сравнение было сделано для того, чтобы показать в качестве альтернативы возможность применения композитного материала в качестве обмотки, который обладает рядом преимуществ относительно стальной обмотки: экономическая эффективность, минимальная масса, стойкость к коррозии, а также плотное прилегание нити к корпусу резервуара. В диссертационной работе рассматривалась композитная нить, изготовленная из стеклянных волокон и полимерных смол с пределом прочности равным  $\sigma_b = 1100$  МПа.

**2. д.т.н., профессор Исмаилов Б.Р.** В докладе Вами было озвучено, что в теоретической части диссертации был смоделирован натуральный типовой резервуар объемом  $3000\text{м}^3$ , а в экспериментальной части Вы рассматривали уменьшенную модель резервуара. Как проводилось сравнение, и какие критерии или коэффициенты подобия были использованы при сравнении натуральных значений и экспериментальных данных?

**Ответ:** В диссертационной работе проводилось моделирование типового вертикального стального резервуара объемом  $3000\text{м}^3$  на основе аффинного моделирования с учетом теории анализа размерностей физических величин, описывающих класс явления. Выбраны два масштаба: для основных габаритных размеров резервуара - М1:20; для толщины стенки резервуара - М1:5. Критерии подобия натурального резервуара к модели приведены на слайде № 36. И рассмотрены в 3 главе диссертационной работе.

**3. д.т.н., профессор Сулейменов У.С.** Сейчас Вы сказали, что проводили аффинное моделирование конструкций натурального вертикального цилиндрического резервуара и на этой основе изготовили экспериментальную модель. Почему Вами выбрано именно аффинное моделирование?

**Ответ:** Метод аффинного моделирования был выбран в связи с тем, что конструкция резервуара является тонкостенной конструкцией, и при моделировании толщины стенки равной масштабам диаметра и высоты

конструкция экспериментальной модели будет неустойчивой из-за чрезмерной тонкой стенки резервуара.

**4. д.т.н., профессор Сулейменов У.С.** Вы в своем докладе отметили, что изменяя конструктивные параметры обмотки можно управлять напряженно-деформированным состоянием и динамическими характеристиками конструкций резервуара. Как это можно сделать?

**Ответ:** К конструктивным параметрам обмотки мы относим усилие натяжения нити, шаг и угол обмотки нити. Как видно из рисунков презентации изменение этих шага и усилия намотки приводит к качественным и количественным изменениям напряженно-деформированного состояния конструкций резервуара и динамических характеристик (амплитуда, частота, декремент колебаний). Причем выбором этих конструктивных параметров можно добиться оптимального или эффективного результата, т.е. можно управлять напряженным состоянием конструкций и его амплитудно-частотными характеристиками.

**5. д.т.н., профессор Бейсенбаев О.К.** В докладе было озвучено. Что химический состав материала модели резервуара и стальной проволоки были определены лабораторным путем, после чего определена марка сталей, а как были определены механические свойства композитной нити?

**Ответ:** Механические свойства конструкционного материала и стальной проволоки обмотки были определены на основе метода лазерного анализа. На основе этого анализа был изучен состав и марка стали. Механические характеристики стали приняты из стандартов на сталь. Механические характеристики композитной нити были приняты по ГОСТ 31938-2012.

**6. д.т.н., профессор Протопопов А.В.** Тема диссертационной работы посвящена сейсмостойкости стальных резервуаров. В чем заключается повышение сейсмостойкости резервуара? Какие динамические характеристики Вами были улучшены с применением предложенного Вами способа предварительного напряжения?

**Ответ:** для оценки сейсмостойкости конструкции стального вертикального резервуара использованы несколько динамических характеристик конструкции: частота, период, амплитуда и логарифмический декремент колебаний. Применением метода предварительного напряжения в конструкции резервуара частот колебаний стенки резервуара уменьшились на 12-62%, амплитуды колебаний уменьшились на 3,8-20%, логарифмический декремент увеличился с 8,7% до 35% в зависимости от условий нагружения по сравнению с резервуарами традиционной конструкции. Важным результатом работы является, то что регулируя параметрами предварительно напряженной обмотки можно избежать совпадение собственных частот колебаний конструкций и доминантных частот грунта, т.е. наступления резонанса.

**7. д.т.н., профессор Надиров К.С.** В теоретической части диссертационной работы в качестве хранимой жидкости использовалась сырая нефть с плотностью  $850 \text{ кг/м}^3$ . А в экспериментальной части работы,

какую жидкость вы заливали в модель резервуара? Очевидно, что на напряженно-деформированное состояние и динамические характеристики плотность заливаемой жидкости играет тоже определенную роль. И как Вами в эксперименте был учтен данный момент?

**Ответ:** действительно при численном исследовании напряженно-деформированного состояния и динамических характеристик вертикального стального резервуара в программном комплексе ANSYS была рассмотрена сырая нефть с плотностью  $850\text{кг/м}^3$ . В экспериментальных исследованиях, чтобы соблюдались равные условия по плотности хранимой жидкости, было проведено сгущение обычной воды поверхностно активным веществом (SLES) и обычной поваренной солью до соответствующей плотности сырой нефти. Плотность жидкости в экспериментальной модели резервуара была подтверждена лабораторным измерением на уровне  $848\text{кг/м}^3$ . Протокол проведения измерения плотности жидкости в модели резервуара приложен к диссертации.

**8. д.т.н., профессор Надиров К.С.** В работе Вы предлагаете улучшить сейсмостойкость за счет намотки стальной проволоки или композитной нити на корпус резервуара, что, если просто за счет утолщения стенки резервуара не решить данную проблему? И как это отразится на экономической эффективности?

**Ответ:** Дело в том, что предварительное напряжение обмоткой в обычном понимании применяется для снижения толщины цилиндрической оболочки или повышения ее несущей способности. С увеличением объема резервуара толщина его нижних поясов увеличивается и при рулонировании в полотнища в стенке могут возникнуть пластические деформации. Поэтому ограничивают толщину стенки резервуара до 16мм. В связи с этим предварительное напряжение обмоткой применяется и для снижения толщины стенки в нижних поясах с целью предупреждения пластических деформации. Поэтому решение проблемы сейсмостойкости резервуара лишь повышением его толщины стенки не эффективно и не рекомендовано. В работе мы подошли к решению проблемы с другой стороны, т.е. предварительно напряженной обмоткой, как бы улучшаем динамические характеристики резервуара. Следует также отметить, что применение предложенного способа повышения сейсмостойкости позволяет улучшить прочностные и динамические характеристики, не только вновь строящихся резервуаров, но также и находящихся в эксплуатации резервуаров.

**9. д.т.н., профессор Голубев В.Н.** В работе Вы предложили, изменяя конструктивные параметры обмотки улучшить динамические характеристики вертикального стального резервуара. При этом в качестве этих параметров рассматривали усилие натяжения нити обмотки и его шаг. При этом возникает вопрос, как Вами будет контролироваться сила натяжения нити обмотки при обмотке и в последующем при эксплуатации?

**Ответ:** На практике в производственных условиях натяжение нити намотки и его обмотка осуществляется специальными намоточными машинами, которые имеют возможность контролировать усилие натяжения и

шаг намотки в процессе натяжения. Усилие намотки при этом принимается равной 0,75 усилия разрыва нити или проволоки. Согласно технологии намотки концы проволоки или нити жестко фиксируются для исключения ослабления силы натяжения нити обмотки.

**10. к.т.н., доцент Абшенов Х.А.** В работе приведено очень много теоретического и экспериментального материала, различных анализов, выводов и заключений. Расскажите, пожалуйста, в двух словах о научной новизне исследования?

**Ответ:** Научная новизна заключается в повышении сейсмостойкости вертикального стального резервуара применением метода предварительного напряжения обмоткой из высокопрочной стальной проволоки или нити. Применение предварительно напряженной обмотки в конструкции резервуара дает возможность регулирования динамическими характеристиками выбором конструктивных параметров обмотки (шага, усилия натяжения и толщины намотки). На предлагаемый способ повышения сейсмостойкости вертикального цилиндрического резервуара получен патент на изобретение МЮ РК.

**11. д.т.н., профессор Тлеуов А.С.** Вы сказали, что с применением предварительно напряженной обмотки в резервуарах изменились динамические характеристики конструкций. Скажите, пожалуйста, о каких динамических характеристиках идет речь?

**Ответ:** в качестве динамических характеристик описывающих сейсмостойкость конструкций резервуара рассматривались собственная частота и период колебаний, амплитуда колебаний, и логарифмический декремент колебаний (коэффициент затухания колебаний). Применение предварительно напряженной обмотки в резервуарах значительно уменьшила частоты и амплитуду колебаний и повысила коэффициент затухания колебаний резервуара. Основные силовые значения в сравнении с традиционной конструкцией резервуара при различных эксплуатационных условиях приведены на слайдах №40-48

**12. к.т.н., доцент Алдияров Ж.А.** В качестве конструктивного параметра обмотки вы учитывали усилие натяжения и шаг навивки нити обмотки. Чем аргументирован выбор шага в один, два и три интервала диаметра нити обмотки?

**Ответ:** Выбор указанных шагов навивки нити обмотки для цилиндрических резервуаров основано на результатах проведенных ранее исследований предварительно напряженных цилиндрических оболочек, а также на опыте их проектирования и эксплуатации. Так исследование напряженного состояния стенки длинной цилиндрической оболочки между витками напряженной обмотки показал, что при больших шагах обмотки относительные кольцевые напряжения в зоне между витками увеличиваются.

**13. к.т.н., доцент Ильясов Р.М.** Сравнивалась ли эффективность повышения сейсмостойкости резервуаров предлагаемым Вами способом с другими методами повышения сейсмостойкости резервуарных конструкций? Если да, то насколько Ваш метод является экономически эффективным?

**Ответ:** В докладе было отмечено, что при повышении сейсмостойкости вертикальных стальных цилиндрических резервуаров в основном используются такие методы, как утолщение стенки в нижних поясах, соблюдение эффективных соотношений между диаметром и высотой резервуара, созданием двойных стенок или использование резервуара в грунте и другие методы. Преимуществом предлагаемого метода является не только экономическая эффективность, но и возможность управления напряженно-деформированным состоянием и динамическими характеристиками конструкций, что является весьма важным результатом работы.

**14. д.т.н., профессор Жантасов К.Т.** Разработанный Вами способ намотки корпуса резервуара обмоткой применяется только для вновь возводимых конструкций или его можно применить и для эксплуатируемых резервуаров для нефти и нефтепродуктов? Возможно ли намотка нити обмотки в условиях строительной площадки?

**Ответ:** Отличием предложенного способа предварительного напряжения является применение его для вновь строящихся конструкций вертикальных стальных резервуаров и для находящихся в эксплуатации резервуаров. Усиление эксплуатируемых резервуаров может производиться в условиях строительной площадки без вывода из эксплуатации самого резервуара.

**15. к.т.н., доцент Камбаров М.А.** Вы провели анализ повреждаемости и разрушения вертикальных цилиндрических резервуаров при сильных землетрясениях. Привели обширный фотоматериал. Какие характерные повреждения конструктивных элементы резервуаров вы отмечаете в работе?

**Ответ:** По результатам проведенного анализа отказов и повреждений стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов в результате сильных землетрясений выделено несколько самых значимых с точки зрения предмета исследования повреждений. Это потеря устойчивости верхней части стенки резервуара, потеря устойчивости нижней части стенки резервуара, смещение и уклон резервуара, повреждение узлов соединения стенки с днищем. Характерные повреждения резервуаров приведены на плакате №8

**Председатель семинара.** Есть ли еще вопросы? Если вопросов нет, то слово предоставляется рецензентам д.т.н. профессору Айменову Ж.Т. и д.т.н. профессору Расулову Р.Х. (отзывы рецензентов прилагаются).

**Рецензент д.т.н., профессор Айменов Ж.Т.** зачитывает рецензию (рецензия прилагается) и отмечает следующие недостатки и замечания по содержанию и оформлению диссертации:

1. Из текста диссертационной работы не ясно предлагаемый способ предварительного напряжения обмоткой конструкций резервуаров используется для уменьшения напряжений в стенке или изменения динамических характеристик резервуара.

2. Второй раздел диссертационной работы, посвященный численным исследованиям конструкций резервуара, является весьма объемным, с

множеством рисунков и таблиц. Мое предложение сократить объем данного раздела путем объединения материалов по задачам или приведением части материала в приложении.

3. В тексте работы имеются опечатки и стилистические погрешности в предложениях на стр. 26,44,53,78. Рисунки 2.12, 2.13, 2.16 выполнены не по Инструкции по оформлению диссертации. Необходимо привести в соответствие.

**Ответы на замечания рецензента д.т.н., профессора Айменов Ж.Т.:**

1. Мы уже ответили на этот вопрос выше. Предлагаемый способ предварительного напряжения конструкций использовался ранее для повышения несущей способности аппаратов и сосудов давления, магистральных трубопроводов, цилиндрических резервуаров. В работе предлагается данный способ применить для повышения сейсмостойкости резервуаров за счет изменения его динамических характеристик.

2. С замечанием согласен.

3. С замечанием согласен. На сегодня опечатки и стилистические погрешности исправлены.

**Рецензент д.т.н., профессор Расулов Р.Х.** зачитывает рецензию (рецензия прилагается) и отмечает следующие недостатки и замечания по содержанию и оформлению диссертации:

1. В первом разделе диссертационной работы довольно подробно проведен обзор литератур по напряженно-деформированному состоянию конструкций резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Однако следовало бы более подробно обсудить особенности работы предварительно напряженных обмоткой резервуаров. Если мало таких работ, то следовало бы указать на это.

2. Теоретической части работы представлен обширный материал по результатам численного исследования в программном комплексе ANSYS конструкций резервуара с различными параметрами предварительного напряжения и эксплуатационными условиями. Следовало бы четко указать в выводах и в основном тексте механизм влияния предварительно напряженной обмотки на напряженно-деформированное состояние и динамические характеристики резервуара.

3. Основным результатом работы является предложенный способ предварительного напряжения обмоткой конструкций вертикального цилиндрического резервуара. Следовало бы более подробно описать технологию намотки обмотки на корпус резервуара.

4. В тексте работы не указано доля участия автора в выполнении испытаний модели вертикального цилиндрического резервуара на сейсмическую нагрузку на базе НИИ «Институт сейсмологии» МЧС РК.

5. В работе имеются замечания по представлению материалов в основном тексте и в приложениях. Имеются грамматические ошибки и опечатки.

**Ответы на замечания рецензента д.т.н., профессора Расулова Р.Х.**

1. С замечанием согласен.

2.С замечанием согласен.

3.С замечанием согласен.

4.Технология намотки на корпус резервуара подробно представлена в четвертом разделе диссертационной работы, где также представлена намоточная машина.

5.С замечанием согласен.

**Председатель заседания д.т.н., профессор Жантасов К.:** предлагаю дать слово научному руководителю докторанта к.т.н., ассоциированному профессору Жанабай Н.Ж.

**Выступил:** к.т.н., ассоциированный профессор Жанабай Н.Ж., который отметил, что научно-исследовательская работа докторанта Тұрсұнқұлұлы Т. представляет научный и практический интерес и актуальна, так как направлена на решение прикладной задачи: повышение сейсмостойкости вертикальных цилиндрических резервуаров. По существу, работа является продолжением работ, проводимых нами на протяжении последних пятнадцати лет. Считаю, что работа завершена и представлена в виде теоретических и экспериментальных исследований. Полученные аспирантом данные позволяют оптимально и рационально проектировать подобные конструкции. Итогом работы является применение способа предварительного напряжения для повышения сейсмостойкости вертикальных стальных резервуаров. В силу новизны поставленных и решенных задач новизна работы не вызывает сомнений, имеет научную и практическую ценность.

Цель и задачи, поставленные перед исследованиями, докторантом решены в полном объеме и на хорошей научной основе. Думаю, работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и может быть представлена к защите по образовательной программе 8D07320 – Строительство.

**Председатель заседания д.т.н., профессор Жантасов К.:** предлагаю приступить к обсуждению диссертационной работы докторанта Тұрсұнқұлұлы Т.

**Выступили:**

**1. д.т.н., профессор Протопопов А.В.,** который подчеркнул актуальность диссертационной работы докторанта в свете роста добычи переработки нефти и нефтепродуктов. При этом в качестве дополнения предложил рассмотреть вопрос по усилению презентационного материала в части акцента на динамические параметры и механические свойства материалов, применяемых в исследовании. Вместе с тем добавил, что работа является продолжением работ проводимых ранее нашими учеными вуза на протяжении последних пятнадцати лет. Отметил, что работа завершена и представлена в виде конкретных результатов теоретических и экспериментальных исследований. Полученные докторантом данные позволят оптимально и рационально проектировать подобные конструкции и повышать их сейсмостойкость. Итогом работы является применение способа



предварительного напряжения для повышения сейсмостойкости конструкции. Предложена инженерная методика расчета подобных конструкций, которая позволяет рассчитывать предварительно напряженный обмоткой цилиндрический резервуар с учетом конструктивных параметров обмотки и эксплуатационных условий. В силу новизны поставленных и решенных задач новизна работы не вызывает сомнений.

Отметил, что цель и задачи, поставленные перед исследованиями, докторантом решены в полном объеме и на хорошей научной основе. Указал, что работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и может быть представлена к защите по образовательной программе 8D07320 – «Строительство».

**2. д.т.н., профессор Исмаилов Б.Р.**, который отметил, что работа докторанта объемна и построена на комплексном, экспериментально-теоретическом исследовании резервуаров традиционного конструктивного решения и предварительно – напряженного резервуара. Тема работы актуальна, так как решает весьма необходимую техническую задачу: повышение сейсмостойкости вертикального стального резервуара для нефти и нефтепродуктов. Докторант сумел в полном объеме решить поставленную перед ним весьма сложную техническую задачу. Указал, что цель работы достигнута, поставленные задачи решены. При этом предложил, во время доклада акцентировать внимание на такие вопросы, как масштабный перехода между натурным объектом резервуара и его моделью, а также обосновать адекватность полученных данных теоретических и экспериментальных исследований.

Подчеркнул, что диссертационная работа докторанта на тему «Исследование сейсмостойкости стального вертикального цилиндрического резервуара для нефти-нефтепродуктов с предварительно напряженной обмоткой» отвечает требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Указал, что круг вопросов, охватываемых диссертационной работой, отвечают образовательной программе 8D07320 – «Строительство», и она может быть представлена для защиты в диссертационный Совет.

**3. д.т.н., профессор Джакипбекова Н.О.** отметила, что научная работа является актуальной, а полученные результаты применимы на практике. Эффективность предлагаемого решения обоснована. В качестве предложения отметила необходимость в презентации произвести акцент на экономической эффективности предлагаемого конструктивного решения. Указала на то, что в целом поставленная цель достигнута, а поставленные задачи перед диссертационной работой решены. Отметила удовлетворительную сходимость между теоретическими и экспериментальными исследованиями. Практическая значимость результатов исследования подтверждается актами

внедрения в производство и патентом Республики Казахстан на изобретение. Результаты работы опубликованы в высокорейтинговых международных журналах, индексируемые в базах Scopus и Web of Science.

Заключила, что работа является законченным научным исследованием, соответствует образовательной программе 8D07320 – Строительство и может быть рекомендована к защите.

**4. д.т.н., профессор Сулейменов У.С.** сказал, что в диссертационном исследовании используется метод предварительного напряжения, который на протяжении длительного времени уже используется для усиления оболочечных конструкций при статических нагрузках. Например, в аппаратах и сосудах высокого давления, в магистральных газопроводах. Результаты исследования показали, что данный метод может быть применен в качестве активной динамической защиты вертикальных стальных цилиндрических резервуаров. Активность способа предварительного напряжения состоит в том, что можно управлять динамическими характеристиками конструкций изменением конструктивных параметров обмотки в том или другом направлении. Указал, что докторантом рассмотрены не только конструктивные особенности самого резервуара, но и параметры обмотки и эксплуатационные условия. В качестве эксплуатационных нагрузок рассмотрены не только собственный вес конструкций, но возможные в эксплуатации уровни заполнения. Работа носит комплексный характер и основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований. Особо указал, что не смотря на сложность проведения динамических испытаний моделей конструкций докторантом получены обоснованные и достоверные значения амплитудно-частотных характеристик, периода и логарифмического декремента колебаний при различных эксплуатационных условиях и параметрах обмотки. Вместе с тем докторантом было показано, что в качестве альтернативы к стальной проволоке можно применить композитную нить, которая экономически является эффективной и не подвержена коррозии. Указал, что одним из основных выводов диссертационного исследования является то, что, изменяя параметры предварительно напряженной обмотки, имеется возможность регулировать динамическими характеристиками конструкции. Практически направленным завершающим результатом работы является инженерная методика расчета и проектирования предварительно напряженных резервуаров для нефти и нефтепродуктов с учетом параметров предварительного напряжения и эксплуатационных условий, которая основана на применении программного комплекса ANSYS.

Отметил, что работа является законченным научным исследованием, направленным на повышение сейсмостойкости вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов, и по содержанию, научной новизне и полученным результатам соответствует образовательной

программе 8D07320 – «Строительство», а диссертационная работа может быть рекомендована к защите.

**5. д.т.н., профессор Надиров К.С.** отметил, что представленная на расширенное заседание Совета диссертационная работа представляет собой актуальность, так как строительные конструкции в нефтяной промышленности требуют значительных усовершенствований, особенно объекты хранения нефти и нефтепродуктов, которые являются уязвимы к различным сейсмическим и эксплуатационным нагрузкам, разрушение которых может привести к значительному ущербу. Докторант в своей диссертационной работе решил ряд задач, которые напрямую связаны с сейсмостойкостью конструкции вертикального цилиндрического резервуара. При этом предложенный метод повышения сейсмостойкости может быть применен, как и в случае нового строительства стальных резервуаров, так и при повышении прочностных характеристик эксплуатируемых конструкций. Хочется отметить, что научное исследование, проведенное докторантом, является законченным и соответствует требованиям, предъявляемым докторским диссертациям. Считаю, что научное исследование докторанта является законченным и может быть рекомендовано к защите по соответствующей образовательной программе.

**6. д.т.н., профессор Тулекбаева А.К.** отметила, что диссертант в полном объеме решил те задачи, которые перед ним ставились. Проведены обстоятельный литературный обзор по направлению исследования, объемные и трудоемкие испытания моделей и теоретические исследования, по результатам которых для повышения сейсмостойкости конструкции резервуара для нефти и нефтепродуктов предложен способ предварительного напряжения обмоткой. Актуальность работы, ее тема, полученные результаты и ее содержание соответствуют предъявляемым требованиям, и имеют научную и практическую ценность. Результаты работы доведены до внедрения в производство, а также получен патент на изобретение. В качестве предложения отметила, что в докладе необходимо четко представить новизну работы и его практическую ценность.

Указала на то, что результаты работы, объект и предмет исследования соответствуют направлению «Строительство» и может быть представлена для защиты в Совет по образовательной программе 8D07320 – Строительство.

**7. д.т.н., профессор Волненко А.А.** который отметил, что диссертационная работа докторанта содержит новые обоснованные результаты, использование которых обеспечило решение важной прикладной проблемы – повышение сейсмостойкости вертикальных стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Ценность к полученным результатам добавляет тот факт, что докторантом проведено многовариантное исследование, как в эксплуатационных условиях, так и в

выборе конструктивных параметров обмотки и его материале. Актуальность темы подтверждена соответствием госбюджетной теме, а также внедрением результатов исследования в производство.

Полученные докторантом результаты обоснованы и строго аргументированы. Результаты исследования могут быть использованы инженерно-техническими работниками при проектировании предварительно напряженных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

Заключил, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и может быть рекомендована к защите по образовательной программе 8D07320 – Строительство.

**8. д.т.н., профессор Жантасов К.Т.** подытоживая выступления членов научного Совета и членов кафедры еще раз отметил, что работа интересна в своей постановке и решении. Работа представлена в законченном виде, где представлены обзор работ, выполненных по данному направлению, теоретическая и экспериментальная части, экономический и технологический раздел, практическое ее приложение. В качестве предложений и замечаний указал на наличие множества рисунков и необходимость приведения их в логически порядок. Указал на необходимость представления в презентационном материале и докладе материалов эффективности применения предлагаемого способа по сравнению с конструкцией традиционного резервуара без обмотки. Отметил, что, в свете поиска резервов работы традиционных конструкций, основным результатом исследования является регулирование напряженным состоянием и амплитудно-частотными характеристиками конструкций выбором параметров обмотки. Возникает возможность в соответствии с доминантными частотами колебаний грунта избегать резонансных колебаний конструкций. Несомненно, это является положительным результатом работы.

Указал, что диссертационная работа по объекту и предмету исследования соответствует образовательной программе 8D07320 – Строительство и может быть рекомендована к защите.

#### **ПОСТАНОВИЛИ:**

Заслушав и обсудив диссертационную работу Турсункүлүлы Т. «Исследование сейсмостойкости стального вертикального цилиндрического резервуара для нефти-нефтепродуктов с предварительно - напряженной обмоткой», рекомендовать ее к публичной защите и принять следующее:

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.**

На сегодняшний день нефть и нефтепродукты являются одним из основных топлив в мире и основным доходным сырьем в формировании бюджета Республики Казахстан. Очевидно, что будет продолжаться интенсивное строительство стальных цилиндрических резервуаров, и уделяться огромное внимание поддержанию их в работоспособном и технически пригодном состоянии и будут выделяться значительные средства на восстановление несущей способности существующих стальных цилиндрических резервуаров. Строительство и эксплуатация вертикальных цилиндрических резервуаров связаны с большими материальными затратами, пожаро - и взрывоопасностью, риском загрязнения окружающей среды, опасностью для жизни людей, в связи с чем, их относят к особо ответственным сооружениям, проектирование и строительство которых должно базироваться на строго обоснованных научных положениях и технически возможных, принципиально новых конструктивных разработках, а также на оптимальных и экономически выгодных конструктивных решениях. Особую важность проблеме придает и тот момент, что в Республике Казахстан районы с повышенной сейсмической активностью, в которых размещены, строятся или намечается строительство баз хранения нефти и нефтепродуктов, занимают примерно 30% территории.

В этой связи научное исследование, направленное на повышение сейсмостойкости вертикальных стальных цилиндрических резервуаров упрочнением предварительно напряженной обмоткой из проволоки или композитной нити, является актуальным и своевременным.

Работа выполнялась в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Строительство и строительные материалы» НАО «Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова» по госбюджетным НИР на 2021-2025гг. ГБ НИР-21-03-06 «Геотехническое обоснование возведения современных строительных объектов с учетом факторов, характерных для Юга Казахстана».

### **2. Научные результаты в рамках требований к диссертации, конкретное личное участие автора в полученных научных результатах.**

По результатам теоретических и экспериментальных исследований конструктивного решения вертикального цилиндрического резервуара при эксплуатационных нагрузках в диссертационной работе получены следующие научные результаты:

- для исследования напряженно-деформированного состояния конструкций стального вертикального цилиндрического резервуара при эксплуатационных нагрузках для двух трехмерных геометрических моделей с равной массой (модель 1 с постоянной и модель 2 с переменной по высоте толщиной стенки) разработаны компьютерные модели в программной

системе конечно-элементного анализа ANSYS Workbench в расчетном модуле статического анализа Static Structural;

- получены значения эквивалентных напряжений по Мизесу для восьми расчетных случаев. Показано, что расчетные максимальные значения эквивалентных напряжений меньше предела текучести по напряжениям и находятся в допустимом диапазоне. Однако, вблизи соединения боковой стенки с днищем для модели 1 и в зонах соединения поясов разной толщины в модели 2, наблюдается волновой характер увеличения напряжений в окружающих поясах небольшой длины.

- исследованы НДС стального вертикального цилиндрического резервуара с предварительно-напряженной обмоткой при эксплуатационных нагрузках для двух трехмерных геометрических моделей с равной массой при различном шаге намотки нити обмотки (первый вариант- шаг намотки нити обмотки в один диаметр нити обмотки, второй вариант - в два диаметра нити обмотки, третий вариант - в три диаметра нити обмотки). Показано, что предварительно напряженная обмотка значительно влияет на напряженное состояние стенки резервуара.

-получен спектр собственных частот и соответствующих им собственных форм колебаний типового резервуара объемом  $3000\text{ м}^3$  со стенкой постоянной толщины и со стенкой переменной толщины при эксплуатационных нагрузках. Показано, влияние эксплуатационных условий на значения собственных частот резервуара.

-проведены исследования колебаний стального вертикального цилиндрического резервуара объемом  $3000\text{ м}^3$  для нефти и нефтепродуктов, упрочненного предварительно-напряженной обмоткой. Определены частоты и формы колебаний для предварительно напряженного резервуара при различных эксплуатационных условиях и конструктивных параметрах предварительно напряженной обмотки. Показано, что параметры предварительного напряжения значительно влияют на амплитудно-частотные характеристики резервуара.

-экспериментально установлены динамические характеристики (частота свободных колебаний и логарифмический декремент) моделей предварительно напряженного резервуара при различных эксплуатационных воздействиях и параметрах предварительного напряжения;

- предложены инженерная методика расчета и рекомендации по оптимальному проектированию предварительно напряженных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

Полученные в диссертационной работе результаты соответствуют образовательной программе 8D07320 – Строительство, а также требованиям п.5. «Правил присуждения ученых степеней».

### **3. Степень обоснованности и достоверности результатов, изложенных в диссертации.**

Разработанные математические модели обоснованы и достоверны, так как составлены на основе классической теории цилиндрических оболочек и соответствуют требованиям в программной системе конечно-элементного

анализа ANSYS. Достоверность полученных результатов численных исследований НДС, амплитудно-частотных характеристик конструкций резервуара обоснована проверкой сходимости численного решения задачи определения НДС резервуара с результатами аналитического расчета по математической модели, а также результатами экспериментальных исследований.

Полученные в результате теоретического исследования результаты логически следуют из решения поставленных задач и отвечают результатам экспериментов и исследований других авторов, а также не противоречат основам классической теории цилиндрических оболочек.

Разработанные методики и рекомендации по проектированию предварительно напряженных резервуаров обоснованы и логически вытекают из результатов, положений и выводов настоящих и ранее выполненных исследований в этом направлении.

Предложенное конструктивное решение предварительно напряженной обмоткой резервуара внедрено в производство и защищено патентом, что свидетельствует о достоверности и обоснованности этих решений.

Сформулированные в диссертационной работе выводы логически следуют из полученных результатов исследования.

#### **4. Степень новизны исследования и полученных автором результатов.**

В диссертационной работе соискателя Тўрсўнқўлулы Тимура предложен способ повышения сейсмостойкости стального вертикального цилиндрического резервуара для нефти-нефтепродуктов предварительно напряженной обмоткой которая может считаться новой, так как она использована впервые для повышения сейсмостойкости конструкций.

В силу того, что конструктивное решение предварительно напряженного резервуара для нефти и нефтепродуктов предлагается впервые результаты, полученные теоретическими и экспериментальными исследованиями, являются новыми и представляют определенный научный и практический интерес.

Предложенные технологические и конструктивные мероприятия являются новыми, так как вытекают из проведенных впервые, уникальных экспериментов и теоретических исследований. Новизна предложенного конструктивного решения подтверждается инновационным патентом на изобретение.

Установленные напряженно-деформированные состояния конструкций резервуара, его амплитудно-частотные характеристики при различных эксплуатационных являются новыми, так как проведены впервые.

Впервые получены зависимости частот свободных колебаний и логарифмического декремента колебаний от параметров предварительного напряжения и уровня наполнения резервуара, которые представляют научную и практическую ценность.

**5. Практическая значимость** полученных результатов заключается в предложении способа повышения сейсмостойкости стальных вертикальных цилиндрических резервуаров предварительно напряженной обмоткой, разработке рекомендаций по их проектированию, а также в разработанной инженерной методике расчета и проектирования предварительно напряженных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов, которые могут использоваться для усиления эксплуатируемых и вновь проектируемых конструкций.

Разработанный способ докторантом повышения сейсмостойкости вертикальных стальных цилиндрических резервуаров внедрен в производственную нефтебазу ТОО «LP-GAS Trade» и проектную организацию ТОО «Базис-К».

**6. Подтверждение опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.**

Автором основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 трудах: две статьи опубликованы в журналах из перечня изданий, рекомендованные Комитетом по обеспечению качества в сфере высшего образования и науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Три статьи опубликованы в международных рецензируемых журналах индексируемые в базе данных Scopus (перцентиль 40) и Web of Science (Q-1). Издана одна монография и получен один патент на изобретение, выданный Институтом интеллектуальной собственности Республики Казахстан. Три статьи опубликованы в международном журнале и трудах международных конференции.

Опубликованные труды полностью отражают основные положения, результаты, выводы, и заключение диссертационной работы.

**7. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она представляется к защите.**

Диссертационная работа по объекту и предмету исследования, полученным основным теоретическим и экспериментальным результатам, выводам и заключениям полностью соответствует образовательной программе 8D07320 – «Строительство».

**8. Соответствие диссертации требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (PhD).**

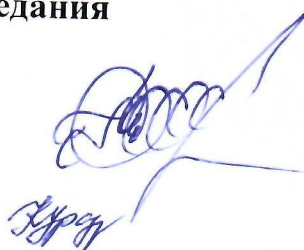
Диссертационная работа Тұрсұнқұлұлы Т. «Исследование сейсмостойкости стального вертикального цилиндрического резервуара для нефти-нефтепродуктов с предварительно - напряженной обмоткой», представленная на соискание степени доктора (PhD), содержит новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, совокупность которых направлена на решение важной задачи-обеспечения безопасности и повышение надежности вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов при сейсмических воздействиях.

В целом работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан к



докторским диссертациям (PhD) и может быть рекомендована для защиты в диссертационном совете по образовательной программе 8D07320 – Строительство.

**Председатель расширенного заседания  
Научно-технического Совета  
НАО ЮКУ им.М.Ауезова  
д.т.н., профессор**



**К.Т. Жантасов**

**Секретарь,  
к.х.н., доцент**

**К.А. Уразбаева**

**Подписи д.т.н., профессора Жантасова К.Т. и к.х.н., доцента  
Уразбаевой К. заверяю.**

**Ученый секретарь  
НАО ЮКУ им. М.Ауэзова**



**С.К. Досыбеков**