

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.0.077.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «УДМУРТСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» И ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИЖЕВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.Т.
КАЛАШНИКОВА», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22.12.2023 № 14

О присуждении Брестер Альбине Фаритовне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Информативные параметры акустического зеркально-теневоего метода многократных отражений при контроле пруткового металлопроката малых диаметров», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, принята к защите 13 октября 2023 г., протокол заседания № 7 диссертационным советом 99.0.077.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 426067, г. Ижевск, ул. им. Татьяны Барамзиной, 34, приказ об утверждении диссертационного совета № 968/нк от 17.10.2019 г.

Соискатель Брестер Альбина Фаритовна, 29 апреля 1996 года рождения, в 2019 году закончила магистратуру ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» по направлению 12.04.01 «Приборостроение» по программе «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий». В 2023 году окончила аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» по направлению 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии». В настоящее время работает в должности инженера-конструктора 3 категории в отделе

телеметрических систем и бортовых цифровых вычислительных комплексов в ООО «ИРЗ», г. Ижевск.

Диссертация выполнена на кафедре «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

Научный руководитель – доктор технических наук, Муравьева Ольга Владимировна, профессор, профессор кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова».

Официальные оппоненты:

Бехер Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Физика, электротехника, диагностика и управление в технических системах» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (г. Новосибирск);

Федоров Алексей Владимирович, доктор технических наук, профессор факультета систем управления и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» (г. Москва) в своем положительном отзыве, утвержденном генеральным директором, д.т.н., профессором Вовилкиным А.Х., указала, что диссертация, представленная Брестер А.Ф., является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития методов и приборов контроля и диагностики материалов и изделий.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 18 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Муравьева, О.В. Закономерности фокусировки поля проходного электромагнитно-акустического преобразователя поперечных волн / О.В.

Муравьева, А.Ф. Брестер, А.Л. Владыкин // Контроль и диагностика. – 2023. – Т.26. – № 9. – С.27-41. (1,74 усл.печ.л. /личный вклад – 1,05 усл.печ.л.)

2. Муравьева, О.В. Сравнительная чувствительность информативных параметров электромагнитно-акустического зеркально-теневого метода на многократных отражениях при контроле пруткового проката / О.В. Муравьева, А.Ф. Брестер, В.В. Муравьев // Дефектоскопия. – 2022. – № 8. – С. 36-51. Переводная версия: Muraveva, O. V. Comparative Sensitivity of Informative Parameters of Electromagnetic-Acoustic Mirror-Shadow Multiple Reflections Method during Bar Stock Testing / O.V. Muraveva, A.F. Brester, V.V. Muravev // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2022. – Vol. 58, No. 8. – P. 689-704. (Scopus, Web of Science). (1,86 усл.печ.л. /личный вклад – 1,05 усл.печ.л.)

3. Муравьева, О.В. Метод главных компонент при обработке многопараметровых акустических сигналов зеркально-теневого метода контроля проката / О.В. Муравьева, В.А. Тененев, А.Ф. Брестер, К.Ю. Белослудцев // Автометрия. – 2023. – Т.59. – № 5. – С.3-14. (1,4 усл.печ.л. /личный вклад – 0,7 усл.печ.л.)

4. Муравьева, О.В. Влияние термической обработки и структурного состояния стали 40Х пруткового сортамента на скорость ультразвуковых волн и коэффициент Пуассона / О.В. Муравьева, В.В. Муравьев, А.Ф. Башарова (А.Ф. Брестер) [и др.] // Сталь. – 2020. – № 8. – С. 63-68. Переводная версия: Muraveva, O.V. Thermal Treatment Effect and Structural State of Rod-Shaped Assortment 40Kh Steel on the Speed of Ultrasound Waves and Poisson Coefficient / O.V. Muraveva, V.V. Murav'ev, A.F. Basharova (A.F. Brester) [et al.] // Steel in Translation. – 2020. – Vol. 50, No. 8. – P. 579-584. (Scopus). (0,7 усл.печ.л. /личный вклад – 0,23 усл.печ.л.)

5. Петров, К.В. Моделирование магнитных, электрических и акустических полей проходного преобразователя для контроля цилиндрических объектов / К.В. Петров, О.В. Муравьева, Ю.В. Мышкин, А.Ф. Башарова (А.Ф. Брестер) // Дефектоскопия. – 2019. – № 2. – С. 16-24. Переводная версия: Petrov, K.V. Modeling Magnetic, Electric, and Acoustic Fields of a Pass-Through Transducer When Testing Cylindrical Objects / K.V. Petrov, O.V. Murav'eva, Y.V. Myshkin, A.F. Basharova (A.F. Brester) // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2019. – Vol. 55, No. 2. – P. 102-110. (Scopus, Web of Science). (1,05 усл.печ.л. /личный вклад – 0,47 усл.печ.л.)

6. Муравьева, О.В. Чувствительность электромагнитно-акустического метода многократной тени с использованием рэлеевских волн при контроле труб нефтяного сортамента / О.В. Муравьева, Л.В. Волкова, В.В. Муравьев, М.А. Синцов, Ю.В. Мышкин, А.Ф. Башарова (А.Ф. Брестер) //

Дефектоскопия. – 2020. – № 12. – С. 48-57. Переводная версия: Murav'eva, O.V. Sensitivity of Electromagnetic-Acoustic Multiple Shadow Method Using Rayleigh Waves in Inspection of Oil Country Tubular Goods / O. V. Murav'eva, L.V. Volkova, V.V. Murav'ev, M.A. Sintsov, Y.V. Myshkin, A.F. Basharova (A.F. Brester) // 2020. – Vol. 56, No. 12. – P. 995-1004. (Scopus, Web of Science). (1,16 усл.печ.л. /личный вклад – 0,35 усл.печ.л.)

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Брестер А.Ф. ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Ведущей организации Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+». Замечания: 1) В главе, посвященной построению конечно-элементной модели возбуждения поля проходным ЭМА-преобразователем, нет методических рекомендаций о том, каким параметрами должен обладать оптимальный ЭМА-преобразователь, например, для получения одинаковой амплитуды эхосигналов от отражателей, расположенных по всему сечению прутка. 2) Использование одного образца с отражателями в виде плоскодонных отверстий разных диаметров и глубин сверления в прутке диаметром 22 мм представляется недостаточно большой выборкой для обнаружения надежной связи между параметрами G и Y. Целесообразно использовать образцы с несколькими диаметрами, а плоскодонных отверстий должно быть хотя бы в три раза больше. 3) Недостаточно убедительно обоснован выбор метода независимых компонент для выбора значащих параметров, характеризующих эхосигнал. Ведь существуют еще методы: Relief-F (RLF), Random Forest (RF), Recursive Feature Elimination (RFE) и прочие.

2. Официального оппонента Бехера С.А. Замечания: 1) Рассмотренный способ возбуждения поперечных радиальных волн, должен приводить к появлению продольных осевых волн, влияние которых на результаты контроля в работе не оценено. 2) Во второй главе сделан вывод, что в результате фокусировки радиальных волн в центре прутка, чувствительность к дефектам в этой области объекта выше, однако не приведены оценки на сколько выше и не предложены способы выравнивания чувствительности. 3) Модели дефектов в виде цилиндрических отверстий с плоским дном при реализованной схеме прозвучивания не в полной мере отражают акустические свойства реальных дефектов. Требуется пояснение как параметры искусственных отражателей могут быть перенесены на реальные дефекты. 4) Из текста диссертации непонятно, почему для асимметрии и

эксцесса, которые могут принимать как положительные, так и отрицательные значения, принята такая же нормировка как для всегда положительных информативных параметров. 5) Учитывая достаточно небольшую для машинного обучения статистику по искусственным дефектам, достоверность реализации метода главных компонент требует пояснения. 6) В заключение диссертации отсутствуют рекомендации по дальнейшему развитию исследований. 7) В диссертации допущен ряд опечаток...

3. Официального оппонента Федорова А.Ф. Замечания: 1) Из текста диссертации неясно, каким образом получены выражения (2.10) – (2.23) с соответствующими коэффициентами, описывающие зависимость параметров фокусировки от геометрии объекта контроля и рабочей частоты. Оценивалась ли достоверность такой аппроксимации? 2) Чем обоснован выбор в качестве образцов с модельными дефектами прутков с диаметрами больше 30 мм (33 мм и 44 мм – таблица 3.1)? 3) Формула (4.12), описывающая определение систематической погрешности измерений скорости распространения ультразвука и формула (4.13), описывающая определение случайной погрешности измерений скорости распространения ультразвука, записаны некорректно...

4. ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина)" (г. Санкт-Петербург). Замечания: 1) Из текста автореферата остается не вполне понятным влияние магнитных и электрических характеристик объекта контроля, на применимость зеркально-теневого метода, в том числе и точность предлагаемых решений при изменении данных характеристик в объекте контроля, учитывая, что используется ЭМАП. 2) Оценка объемов вычислений в среде COMSOL, требуемых для реализации моделирования процесса распространения поперечных волн по сечению цилиндра в трехмерной постановке (вторая глава) затруднительна, что не позволяет определить требования к быстродействию программно-аппаратных средств и анализу их работоспособности в режиме реального времени. 3) Выбранный автором масштаб рисунков нельзя считать оптимальным. Данное обстоятельство не способствует пониманию содержания автореферата. 4) При обсуждении выводов и результатов работы автор не упоминает, даже схематически, о возможных путях продолжения и совершенствования проведенных им исследований.

5. Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург). Замечания: Из текста автореферата не ясно, рассматривал ли автор возможность проведения неразрушающего контроля на основе лазерных и нейросетевых технологий.

2) В тексте автореферата не приведено технико-экономическое обоснование предложенных автором мероприятий.

6. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк). Замечания: 1) На фотографиях, полученных по результатам металлографии (рис.15) нагляднее указывать не коэффициент увеличения, т.к. размер фотоизображения при редактировании текста мог быть изменен, а линейную шкалу или ее участок в соответствующем масштабе. 2) В автореферате не обоснована точность определения коэффициента Пуассона до четвертой значащей цифры.

7. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева». Замечания: 1) В диссертации рассматривается только одна сталь 40Х. Каким образом результаты исследований могут быть использованы для других марок стали. 2) В тоже время в главе 3 (рисунок 8) для получения выборки информативных параметров ЗТМ многократных отражений изготовлены настроечные образцы разных диаметров из марок сталей 03Х14Н7Б и 38ХГМ. Каким образом это скажется на результатах экспериментов (сталь 40Х). 3) В автореферате указана, что при растяжении образцов скорость поперечных волн пропорциональна приложенной нагрузке в области упругих деформаций. В тоже время при переходе в область пластических деформаций наблюдается нелинейная зависимость (рисунок 20). Объяснений такого поведения скорости поперечных волн в зависимости от приложенной нагрузки не приводится.

8. ООО НПК «Луч» (г. Балашиха). Замечания: 1) Для более точной оценки распределения смещений на торце образца (стр.12 автореферата) лучше было бы взять преобразователь с меньшей апертурой, например, П111-2,5-6. 2) Соискатель иногда некорректно использует термин «точность» вместо термина «погрешность» (стр. 20 автореферата). 3) Маловероятно, что указанная в автореферате погрешность определения скорости распространения акустических волн (0,5 м/с или 0,01%) может быть реализована в реальных условиях.

9. ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет». Замечания: 1) В автореферате не указано из каких соображений для оценки информативных параметров дефектности прутков выбран именно анализ первых (отнулевых) отражений и именно в количестве 20 шт. Тогда как на стр. 16 следует, что чувствительность метода к дефектам повышается при анализе сигнала дальних отражений. 2) На рис. 12 автореферата отсутствуют зависимости асимметрии (d) и эксцесса (e) от обобщенной характеристики дефекта на которые есть ссылки в тексте и подрисуночной подписи. 3) Из

текста автореферата не понятно, какие прутки (от и до какого диаметра) имеются в виду под словосочетанием «прутковый прокат малого диаметра».

10. Учреждение науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники» (г. Санкт-Петербург). Замечания: 1) Из содержания автореферата не ясно, какой была структура образцов из стали 40Х после термообработки, так как для данной марки необходимо учитывать ее прокаливаемость («критический диаметр»). Поэтому для практического использования зависимостей влияния термообработки на скорости объемных волн необходимо их уточнение с учетом неравномерной твердости (структуры) по диаметру образца. 2) С точки зрения браковки проката использование обобщенной характеристики дефекта оправдано. Однако оперативная идентификация по обобщенной характеристике невозможна и требует дополнительного контроля.

11. ООО «НИИ Транснефть» (г. Москва). Замечания: 1) В автореферате приводятся измеренные значения некоторых параметров с точностью до 4-х значащих цифр. Например, так указываются значения скорости ультразвуковых волн в образцах из стали 40Х. В то же время автор указывает, что при различных режимах термообработки скорость УЗ-волн может изменяться, ориентировочно, до 2%. Поэтому точность до четвертого знака представляется избыточной. Тем более что результаты измерений получены автором на конкретных образцах, и не приведены данные, подтверждающие, что эти образцы соответствуют всему диапазону свойств стали 40Х, определенному в стандарте на этот материал (ГОСТ 4543-71). 2) В автореферате имеются некоторые неточности редакционного характера.

12. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова» (г. Чебоксары). Замечание: Автореферат явно перегружен графической информацией, в результате мелкие рисунки читаются плохо.

13. ООО «Акустические контрольные системы» (г. Москва), Замечания: 1) На рис. 2 б представлены формы импульсов касательных напряжений на поверхности цилиндра, использованные при моделировании. Не ясно, почему применены такие формы импульсов с конечным значением напряжения в нуле времени, далекие от реальности. ЭМА преобразователь в первые моменты времени создает нарастающее от нуля напряжение, которое затем осциллирует подобно затухающей синусоиде. 2) В автореферате нет указаний на оценки влияния отличий поперечного сечения цилиндра от идеального круга на фокусировку акустического поля на оси цилиндра. Возможно, в диссертации они есть. 3) Не обосновано использование в эксперименте моделей дефектов в виде плоскодонных отверстий. Поскольку кроме дна такого отверстия на процесс отражения и прохождения

ультразвуковых волн в прутке влияет также цилиндрическая полость отверстия, то такая модель дефекта мало соответствует реальным расслоениям или трещинам в прутках. Возможно, что модели в виде боковых отверстий разных диаметров и глубин залегания, параллельных оси цилиндра, более точно соответствуют влиянию на акустические волны несплошностей в материале прутков. Конечно, для этого потребовалось бы использовать короткие отрезки прутков, немного превышающих продольный размер ЭМА преобразователя. Кроме того, в таких отрезках можно выполнить плоские щели с помощью электроэрозии. 4) В некоторых местах текста (например, на стр.5 или стр.24) неточно утверждается, что «...ЭМА преобразователь ... формирует сходящийся сферический фронт в радиальной плоскости сечения и близкий в плоскому фронт ...» В плоскости сечения фронт – это линия. Точнее было бы сказать, что в объеме формируется сходящийся цилиндрический фронт.

14. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва). Замечания: В качестве замечания можно отметить отсутствие в автореферате формул для информативных параметров зеркально-теневого метода зеркальных отражений, приведенных на стр.16.

15. ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (г. Кемерово). Замечание: Низкое качество отдельных рисунков, а именно читаемость некоторых надписей на многих из них.

16. Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Салавате. Без замечаний.

17. ООО «ИЦ Физприбор» (г. Екатеринбург). Без замечаний.

18. ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» (г. Новосибирск). Без замечаний.

Все отзывы положительные.

Соискатель Брестер А.Ф. ответила на заданные вопросы и замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной компетентностью, наличием публикаций в областях наук, связанных с темой диссертационного исследования Брестер А.Ф.

В ведущей организации - Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» проводятся исследования, близкие по теме диссертационного исследования, такие как: разработка методик и приборов ультразвукового контроля, позволяющих выявлять и визуализировать скрытые дефекты в сварных соединениях с учетом определения их характера и остаточного ресурса;

изучение особенностей поведения магнитных и акустических характеристик горячекатаных сталей при циклическом нагружении; применение автоматизированного ультразвукового контроля опасных производственных объектов и т.д.

Официальный оппонент Бехер С.А. является специалистом в области неразрушающего контроля акустическими методами, в том числе, с использованием пассивных методов, для диагностики железнодорожных транспортных средств.

Официальный оппонент Федоров А.В. является специалистом в области разработки методов обработки результатов и автоматизации средств ультразвукового контроля.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** конечно-элементная модель акустического поля проходного электромагнитно-акустического преобразователя поперечных волн радиальных направлений с осевой поляризацией, на основе которой установлено влияние рабочей частоты, добротности импульса возбуждения и диаметра объекта контроля на коэффициент фокусировки и радиус фокусного пятна.

- **предложен** способ ультразвукового контроля электропроводящих цилиндрических объектов для определения динамических упругих модулей материала, с использованием проходных электромагнитно-акустического преобразователей объемных волн, позволяющий определять коэффициент Пуассона по соотношению скоростей упругих волн вне зависимости от результатов измерений диаметра образца, подтвержденный патентом РФ.

- **доказана** перспективность использования для дефектоскопии и структуроскопии пруткового проката малых диаметров зеркально-теневого метода многократных отражений с применением для возбуждения и регистрации волн специализированных проходных электромагнитно-акустических преобразователей;

- **введены** информативные статистические параметры и многократный коэффициент выявляемости серии многократных отражений во временной и спектральной областях, и исследована их чувствительность к обобщенной характеристике дефекта, определяемой совместным влиянием глубины залегания и диаметра искусственного дефекта;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано**, что наиболее высокой чувствительностью к дефектам обладают информативные статистические параметры дисперсии и

коэффициента выявляемости серии многократных отражений при анализе потенцированного сигнала и его спектра;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** метод главных компонент для сокращения количества информативных параметров при оценке эквивалентной обобщенной характеристики выявленного дефекта;

- **изложен** подход к аналитическому описанию акустического поля проходного электромагнитно-акустического преобразователя поперечных волн, позволяющий оценить эффективность фокусировки для объектов любых диаметров и в различных частотных диапазонах;

- **раскрыта** проблема контроля качества пруткового проката малого диаметра контактным ультразвуковым эхо-методом, обусловленная недостаточной достоверностью и производительностью контроля.

- **изучены** акустические характеристики стали 40Х и коэффициенты акустоупругости в зависимости от режимов термообработки и механических свойств проката в условиях упругих и пластических деформаций растяжения;

- **проведена модернизация** модели расчета акустического поля проходного электромагнитно-акустического преобразователя поперечных волн радиальных направлений с осевой поляризацией, позволяющая учесть влияние рабочей частоты, добротности импульса возбуждения и диаметра объекта контроля;

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

- **разработаны и внедрены** результаты исследования на ООО «НПЦ «Пружина» для экспертной оценки методик неразрушающего акустического контроля пружинной проволоки и на АО «ИОМЗ» для оценки динамических упругих модулей и возможностей выявления внутренних и поверхностных дефектов цилиндрических стальных образцов;

- **определены** статистические информативные параметры метода, обеспечивающие максимальную чувствительность к дефектам (дисперсия и коэффициент выявляемости серии многократных отражений потенцированного сигнала), позволяющие сформировать критерии браковки пруткового проката зеркально-теневым методом многократных отражений;

- **создана** совокупность практических рекомендаций для выбора информативных параметров и типов анализируемых сигналов при разработке методик контроля пруткового проката зеркально-теневым методом многократных отражений;

- **представлен** подход к оценке эквивалентной обобщенной характеристики естественного дефекта, определяемой совместным влиянием глубины залегания и диаметра искусственного дефекта;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** – проведены с использованием апробированных методик и экспериментального оборудования на базе структуроскопа электромагнитно-акустического СЭМА (внесен в реестр средств измерений № 61957-15 RU.C.36.003.A №60174), входящего в состав УНУ «Информационно-измерительный комплекс для исследований акустических свойств материалов и изделий», подтверждены большим объемом экспериментальных данных на реальных объектах контроля, воспроизводимостью результатов, полученных в ходе экспериментов, сопоставлением теоретических и экспериментальных данных, обоснованностью полученных зависимостей, а также сравнением с результатами исследований других авторов.

- **теория** построена на применении элементов теории акустики твердого тела, метода конечных элементов, а также методов статистической обработки и согласуется с экспериментальными данными, опубликованными по теме диссертации;

- **идея** базируется на обобщении передового опыта использования при контроле электромагнитно-акустических преобразователей и анализе практики применения зеркально-теневого метода многократных отражений;

- **использовано** сравнение данных соискателя с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике, представленными в независимых источниках;

- **установлено** соответствие авторских результатов с результатами по данной тематике, представленными в независимых источниках, сравнение, приведенное Брестер А.Ф. обосновано;

- **использованы** современные методы численного моделирования и статистической обработки экспериментальной информации.

Личный вклад соискателя состоит: в планировании и проведении физических и численных экспериментов, построении моделей, обработке результатов численного моделирования, в участии в получении результатов экспериментальных исследований, в выборе методов обработки, интерпретации и обобщении полученных результатов, в участии при апробации результатов исследования. Постановка цели и задач теоретических и экспериментальных исследований проводилась совместно с научным руководителем. Публикации проводились совместно с научным руководителем и соавторами, при этом вклад соискателя был определяющим.

На заседании 22 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические разработки по повышению информативности и достоверности электромагнитно-акустического зеркально-теневого метода многократных отражений при контроле пруткового проката малого диаметра, имеющие существенное значение для развития страны в области разработки методов и средств неразрушающего контроля, обеспечивающих безопасную эксплуатацию опасных производственных объектов, присудить ученую степень кандидата технических наук Брестер Альбине Фаритовне.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 18 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: *за - 18, против - нет.*

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



В.Б. Дементьев

Ученый секретарь диссертационного совета,
д.т.н., доцент

Махнева

Т.М. Махнева

25.12.2023