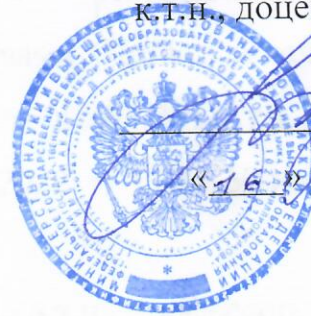


«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Грозненский государственный
нефтяной технический университет
имени акад. М.Д. Миллионщикова»
к.т.н., доцент М.С. Сайдумов



«16» 10 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический
университет имени академика М.Д. Миллионщикова»,
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации**
по диссертационной работе

Вахидовой Марины Лечиевны «Автоматизация вихретокового контроля и
диагностики дефектов поверхностей деталей подшипников с использованием
фрактального анализа и нейронных сетей»

Диссертация «Автоматизация вихретокового контроля и диагностики дефектов поверхностей деталей подшипников с использованием фрактального анализа и нейронных сетей» выполнена в Грозненском государственном нефтяном техническом университете имени академика Миллионщикова на кафедре автоматизации технологических процессов и производств.

В период подготовки диссертации соискатель Вахидова Марина Лечиевна работала в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова) на кафедре автоматизации технологических процессов и производств и продолжает работать по настоящее время в должности старшего преподавателя.

В 2012 г. окончила «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» по специальности 220201.65 «Управление в технических системах». В том же году была зачислена в аспирантуру ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (Приказ о зачислении № 26 от 30.10.2012г., Приказ об отчислении № 6 от 19.01.2018 г.). Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 3/22 выдана в 2022 г. ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова.

Научный руководитель – Минцаев М.Ш., д.т.н., профессор, ректор ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова.

По итогам обсуждения принято следующее:

В диссертации Вахидовой Карины Лечиевны на тему «Автоматизация вихретокового контроля и диагностики дефектов поверхностей деталей подшипников с использованием фрактального анализа и нейронных сетей», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) решена научная задача разработки методики распознавания локальных дефектов поверхностей деталей подшипников.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена следующим: вихретоковый контроль широко используется для определения качества токопроводящих поверхностей, в том числе поверхностей качения деталей подшипников. Повышение точности и достоверности контроля позволяет повысить эксплуатационные характеристики подшипников, увеличить срок их службы, снизить уровень шума и вибраций.

Снизить процент ошибочных решений можно благодаря современным интеллектуальным технологиям контроля, в том числе с использованием фрактального анализа и нейронных сетей.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации

В рамках диссертационного исследования лично автором получены следующие результаты:

- Проведен анализ методов неразрушающего контроля шлифованных деталей подшипников, установлена необходимость повышения точности контроля путем совершенствования вихретокового метода и алгоритмизации обработки информационных сигналов.
- Проведена регистрация и адаптивная фильтрация экспериментальных данных системы вихретокового контроля и произведено формирование обучающих выборок для проведения фрактального анализа и обучения интеллектуальных нейронных сетей.
- Созданы 3D-поверхности деталей качения подшипников по сигналам с вихретокового датчика.
- Фрактальный анализ полученных 3D - поверхностей и вычисление их фрактальной размерности шлифованных поверхностей с последующей обработкой этих размерностей нейронной сетью, позволяет получить интегральную оценку качества поверхностей и существенно повысить достоверность диагностики дефектов.
- Сформирована радиальная базисная сеть и проведено её обучение, позволившее обеспечить высокую достоверность диагностирования дефектов по фрактальному анализу.
- Разработана система автоматизированного контроля локальных дефектов поверхностей качения колец подшипников в отечественной среде SCADA TRACE MODE с удобным интерфейсом, который позволяет осуществлять в режиме реального времени определение дефектов по фрактальной размерности информационных сигналов, что повышает точность распознавания основных дефектов при производстве приводящего к снижению брака на 20%.

- Специализированный программный модуль внедрен в автоматическую вихретоковую систему в АО «ЕПК Саратов», занимающемся разработкой приборов вихретокового контроля для подшипниковой промышленности. Применение такой программы позволяет повысить качество контроля выпускаемых изделий.

Основные положения докладывались и обсуждались на всероссийских научно-практических и международных конференциях (Санкт-Петербург, 2017; Грозный, 2023 г. и др.).

Новизна результатов проведенных исследований

- Предложено осуществлять адаптивную фильтрацию экспериментальных данных с использованием сингулярного спектрального анализа, что позволило исключить влияние помех на достоверность контроля качества поверхностей деталей подшипников и сформировать валидированные обучающие выборки для проведения фрактального анализа и обучения нейронных сетей.
- Разработан алгоритм формирования 3D-поверхностей деталей подшипников по сигналам вихретокового датчика, позволяющий оценить геометрию шлифованной поверхности и повысить достоверность вихретокового контроля.
- Выполнен фрактальный анализ полученных 3D-поверхностей и определена фрактальная размерность поверхностей деталей подшипников с характерными дефектами, на основе которой осуществляется интегральная оценка качества поверхностей и достоверная диагностика дефектов

Практическая значимость исследования

- В результате устранения высокочастотных и низкочастотных помех за счет адаптивной фильтрации экспериментальных данных с использованием сингулярного спектрального анализа на 20 % повышена достоверность вихретокового контроля и уменьшено время контроля.
- Повышена достоверность диагностики характерных поверхностных дефектов деталей подшипников с использованием интегральной оценки качества на основе определения фрактальных размерностей шлифованных

поверхностей с последующей обработкой этих размерностей нейронной сетью.

- Разработанная SCADA-система автоматизированного контроля и распознавания локальных дефектов поверхностей качения колец подшипников позволяет существенно повысить оперативность контроля и диагностики дефектов. Автоматическое обнаружение дефектов по сравнению с традиционным визуальным сокращает время их обнаружения.

Личный вклад автора заключается в участии автора на всех этапах процесса реализации исследования по теме диссертации, включая подготовку и обработку исходных данных и проведение экспериментальной части работ, подготовку публикаций по теме диссертации.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования: полученные результаты могут быть использованы предприятиями подшипниковой промышленности.

Соответствие диссертации предъявляемым требованиям

Диссертационная работа Вахидовой Карины Лечиевны соответствует п.п. 2, 6, 15 Положения о присуждении учёных степеней, Утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 с последующими изменениями, предъявляемым к кандидатским диссертациям и является научно-квалификационной работой, в которой содержится научная задача разработки и реализации методики распознавания локальных дефектов поверхности деталей подшипников.

Соответствие паспорту специальности

Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки): 2. Автоматизация контроля и испытаний; 6. Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами; 15. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП, АСТПП и др.».

Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах

По теме диссертации опубликована 21 работа, в том числе 2 – в издании, индексируемом в международной базе цитирования, 5 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 3 – свидетельства о регистрации программ. Материалы диссертации достаточно полно изложены в работах, опубликованных соискателем.

Наиболее значимые публикации:

1. Значение комплексного управления качеством для предприятий машиностроительной отрасли / Вахидова К.Л., Игнатьев С.А., Исаева М.Р., Хакимов З.Л., Шухин В.В. // Инженерный вестник Дона, № 2. 2018. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4977. С. 91.

2. Распознавание дефектов поверхностного слоя подшипников с применением метода фрактальной размерности / Вахидова К.Л., Игнатьев А.А., Исаева М.Р., Хакимов З.Л., Шухин В.В. // Инженерный вестник Дона, №1. 2019 ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5664

3. Алгоритм определения износа резца при токарной обработке по запасу устойчивости динамической системы / Вахидова К.Л., Минцаев М.Ш., Исаева М.Р., Игнатьев М.А., Игнатьев С.А. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 3. С. 56-63.

4. Алгоритм распознавания основных дефектов поверхностей колец подшипников с применением метода фрактальной размерности и нейронных сетей / Вахидова К.Л., Минцаев М.Ш., Исаева М.Р., Пашаев В.В. // Инженерный вестник Дона, № 3. 2022. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7499

5. Определение качества поверхностей качения колец подшипников по результатам вихретокового контроля / К. Л. Вахидова, С. В. Абрамов, О. В. Ермилина, А. Д. Семенов // Автоматизация в промышленности, № 8. 2022. С. 51-53.

Свидетельства на программные продукты РФ.

1. Вахидова К.Л., Минцаев М.Ш. Игнатьев С.А., Казинский Н.А. Программа диагностирования и принятие решений по качеству поверхности кольца

подшипника Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2017611861 14.12.2016

2. Вахидова К.Л., Сперанский С.К., Родионов И.В., Сперанский К.С., Вахидова К.Л., Игнатъев А.А. Программа для определения фрактальной размерности структурных дефектов после механической обработки Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018663135 19.03.2019

3. Вахидова К.Л., Семенов А.Д. Программа расчета фрактальной размерности с использованием сингулярной фильтрации для оценки показателей качества шлифованных поверхностей Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021668885 22.11.2021

Решение: диссертация «Автоматизация вихретокового контроля и диагностики дефектов поверхностей деталей подшипников с использованием фрактального анализа и нейронных сетей» Вахидовой Карины Лечиевны рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Заключение принято на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств. Присутствовало на заседании 11 сотрудников кафедры. Результаты голосования: за — 11 чел. против — 0 чел., воздержались — 0 чел., протокол №10 от 16 октября 2023 г.

К.т.н., доцент



Хакимов З.Л.

К.т.н., доцент

Шухин В.В.

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»
ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова

*Подписи Хакимова З.Л. и Шухина В.В. заверены
и.с.нач. общего отдела Мамышева*

