

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Савченко Евгения Геннадьевича
«Улучшение метрологических и эксплуатационных характеристик преобразователей
давления на основе структур «кремний на сапфире»»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

1. Актуальность темы диссертации.

Развитие приборостроения неразрывно связано с постоянным совершенствованием измерительной аппаратуры. В области общепромышленных датчиков давления наибольшее распространение получили датчики на основе тензометрических преобразователей давления. Совершенствование их метрологических характеристик осуществляется за счет повышения чувствительности, снижения нелинейности, гистерезиса и снижения влияния дестабилизирующих факторов, основным из которых является температура. Поэтому тема диссертационной работы Савченко Е.Г., направленная на повышение метрологических характеристик тензопреобразователей давления для систем управления, является весьма актуальной.

2. Научно-технический уровень и научная ценность диссертации.

Научная ценность работы заключается в том, что автором был впервые экспериментально исследован соединительный слой сапфира с упругим элементом в преобразователях давления на основе структур «кремний на сапфире» (КНС), и показано его влияние на метрологические характеристики преобразователей. После чего была произведена оптимизация характеристик тензопреобразователей (ТП) путём соединения сапфира с упругой мембраной аморфным припоем на основе титана, а также подобран оптимальный режим пайки. При этом был исследован новый метод изготовления упругих элементов, путём селективного лазерного плавления (SLM 3D-печати). Это позволило обеспечить возможность разработки ТП с более высокими метрологическими характеристиками.

Полученные автором экспериментальные данные по гистерезису первого силового нагружения, были связаны с теорией упругости и теоретически объяснены. Таким образом, использованные автором методы экспериментальных исследований и теоретического анализа, оказались достаточными для разработки новых ТП для датчиковой аппаратуры.

3. Практическая ценность работы.

Благодаря отсутствию гистерезиса при первом нагружении в области отрицательных температур в ТП с оптимизированным соединением, удалось разработать и наладить выпуск датчиков давления, работающих при криогенных температурах (до $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$), а также улучшить характеристики общепромышленных датчиков, работающих при отрицательных температурах.

Оптимизация соединения лейкосапфира с упругой мембраной позволила в 4-7 раз снизить вариацию и гистерезис выходного сигнала ТП, особенно при отрицательных температурах.

Получены ТП, работающие до температуры $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ с точностью 0,01-0,05%.

Очень интересны результаты, полученные диссертантом при формировании упругих элементов методом селективного лазерного плавления (SLM 3D-печати) из порошка.

Разработанный автором диссертации процесс термомеханической стабилизации ТП позволил значительно повысить эксплуатационные и метрологические характеристики ТП.

Полученные научные и практические результаты внедрены в серийное производство датчиковой аппаратуры ООО «МИДАУС».

4. Замечания по диссертации.

1. Необходимо ясно разъяснить, в чем различие диссертационной работы от ранее защищенных по той же тематике диссертаций, в частности:

-Козлов А.И. Исследование и разработка мембранных тензопреобразователей давления Специальность: 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. УЛГТУ Ульяновск – 2014

-Скворцов П.А. Московский политехнический университет Разработка методики расчета и проектирования упругого элемента тензодатчика на структуре “кремний на сапфире” 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры Москва, 2019

-Бушуев О.Н. Компьютерное моделирование преобразователей давления и численные методы оценки их состояния 051318 ЮУ ГУ Челябинск 2015

2. В содержании диссертации не принято использовать сокращения, которые очевидны только для специалистов (КНС, ЧЭ, ГПН и проч.) и приводить химические формулы сплава.

3. В содержании есть словосочетания, которые используются в ограниченном лексиконе *«факторы, ограничивающие их характеристики», «нелинейность, вариация, гистерезис, ГПН, температурный гистерезис, нестабильность ползучесть» «с целью улучшения метрологических характеристик преобразователей».*

4. Неудовлетворительное качество рисунков и не рекомендуемые подрисуночные форматы надписей (курсив) (1.3, 2.1, 2.31)

5. В библиографии практически нет ссылок на современные зарубежные источники, кроме того, сам список источников недостаточный и очень много старой литературы (с 1962 по 1974).

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации. Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.

Говоря о работе в целом, в качестве ее достоинства следует отметить эффективное использование в ней современных методов исследования материалов, объяснение экспериментальных данных, используя основы материаловедения. В изложении материалов и выводов прослеживается логическая связь. Автор работы показал умение ставить и решать задачи, анализировать полученные результаты и грамотно формулировать выводы.

Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована, как совокупность научно обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых, вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области приборостроения.

5. Оформление материалов диссертации.

Диссертация написана квалифицированно, снабжена достаточным количеством правильно оформленного иллюстративного материала. Следует отметить, как

положительную сторону, использование автором при оформлении диссертации современных текстовых и графических редакторов.

Степень апробации работы путём опубликования основных положений в печати (18 печатных работ, в том числе 9 статей в журналах из перечня российских рецензируемых научных журналов по списку ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых в SCOPUS), на конференциях и путем использования полученных методик в ООО «МИДАУС», на мой взгляд, вполне достаточна. Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации. Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

6. Заключение

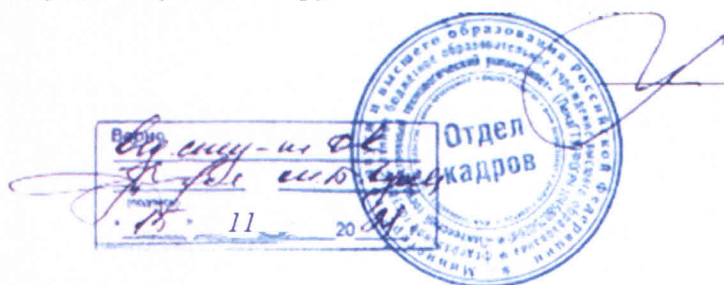
Диссертационная работа Савченко Евгения Геннадьевича на тему «Улучшение метрологических и эксплуатационных характеристик преобразователей давления на основе структур «кремний на сапфире»», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению выполненных исследований, технических и технологических разработок полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук: п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а сам автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

15.11.2021

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО
«Пензенский государственный технологический университет»,
ведущий научный сотрудник.



П.Г. Михайлов

Контактные данные: 440039, г. Пенза, пр. Байдукова/ ул. Гагарина, 1а\11, Тел.: e-mail: 7 8412 49-54-41, e-mail: rector@penzgtu.ru Сайт: <http://www.penzgtu.ru/>

Сведения об оппоненте:

Михайлов Пётр Григорьевич

доктор технических наук, спец. 05.13.05 (кандидатская), 05.11.14 (докторская)

профессор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
ведущий научный сотрудник.

e-mail: pit_mix@mail.ru