

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01 НА БАЗЕ
ФГБОУ ВПО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.01.2015. №2

О присуждении Козлову Александру Ипатьевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка мембранных тензопреобразователей давления» по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» принята к защите 26 ноября 2014 г. протокол № 9 диссертационным советом Д 212.277.01 на базе ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32, приказ №847-в от 08 декабря 2000 года.

Соискатель Козлов Александр Ипатьевич, 1980 года рождения, в 2002 году окончил ГОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»; с 2012 по 2015 год обучался в заочной аспирантуре ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет»; работает научным сотрудником в ЗАО «Микроэлектронные датчики и устройства».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», на кафедре «Измерительно-вычислительные комплексы».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Киселев Сергей Константинович, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», начальник Управления информатизации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Стучебников Владимир Михайлович, ЗАО «Микроэлектронные датчики и устройства», г. Ульяновск, генеральный директор.

Официальные оппоненты:

1. Мокров Евгений Алексеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», профессор кафедры «Приборостроение».
2. Винокуров Лев Николаевич, кандидат технических наук, ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», начальник тематической комплексной бригады ТКБ-222.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Ульяновский филиал ФГБУ науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, в своем положительном заключении, подписанном заместителем директора по научной работе, к.т.н. Черторийским Алексеем Аркадьевичем, ученым секретарем и старшим научным сотрудником, к.ф.-м.н. Ходаковым Александром Михайловичем и утвержденным директором, д.т.н. Сергеевым Вячеславом Андреевичем, указала, что диссертация является законченным научным исследованием, которая по актуальности, научным и практическим результатам и их значимости соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4. Общий объем работ 5,95 п.л.. 6 работ опубликовано в материалах Всероссийских и международных конференций. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Козлов, А.И. Моделирование тензопреобразователей давления на основе структур КНС. Одномембранные преобразователи / А.И. Козлов, А.В. Пирогов, В.М. Стучебников // Датчики и системы. – 2008. – №1. – С. 6-11.
2. Козлов, А.И. Моделирование тензопреобразователей давления на основе структур КНС. Двухмембранные преобразователи / А.И. Козлов, А.В. Пирогов, В.М. Стучебников // Датчики и системы. – 2009. – №8. – С. 50-53.
3. Козлов, А.И. Экспериментальное определение распределения деформаций в круглой упругой мембране тензопреобразователя давления / А.И. Козлов, В.М. Стучебников // Приборы. – 2014. – №7. – С. 41-44.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Новосибирский государственный технический университет. Отзыв подписан профессором кафедры «Полупроводниковых приборов и микроэлектроники», д.т.н., заслуженным работником высшей школы **Гридчиным В.А.** Замечания: автор излишне расширительно обобщает результаты своих измерений. Наличие максимума деформации и его зависимость от геометрии упругого элемента для обычных кремниевых интегральных тензопреобразователей с мембраной, сформированной анизотропным травлением – давно известный факт. Но

для рассматриваемого КНС тензопреобразователя, из-за особенностей его конструкции, представленные результаты являются новыми и интересными; аналитическая модель, выбранная для сравнения, не слишком удачна, учитывая размеры упругого элемента. Аналитическая модель – это модель тонких диафрагм. Опять таки известно, что распределение деформации в толстых пластинах отличается от тонких, также как и топология тензопреобразователей; при анализе деформации упругого элемента ни в автореферате, ни в диссертации не обсуждается вопрос об учете предварительной деформации, от соединения КНС пластины с чашечным упругим элементом. А этот вопрос методики измерений и влияет на погрешность определения деформации.

2. Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (УВАУГА). Отзыв подписан профессором кафедры «Управление качеством авиатранспортных систем», д.т.н., профессором **Дмитриенко Г.В.** Замечания: на стр. 9 рис. 1 не подписаны графики, не понятно где ε_r и ε_t ; в автореферате не указаны причины установленного значительного расхождения результатов аналитических расчетов и экспериментальных данных распространения упругих деформаций мембраны за линию ее жесткого защемления.

3. ЗАО «Промсервис». Отзыв подписан к.т.н., **Колесниковым А.Н.** Замечание: следует обратить внимание автора на целесообразность использовать систему СИ и измерять температуру в Кельвинах.

4. Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова (ВНИИА). Отзыв подписан старшим научным сотрудником, к.т.н., **Очеретянским А.Л.** Замечание: автореферат был бы более информативен, если бы хотя бы на отдельные работы (наиболее значимые), перечисленные на стр. 4 и 11 были бы даны ссылки.

5. Научно-исследовательский институт физических измерений (ОАО НИИФИ). Отзыв подписан ученым секретарем и членом научно-технического совета ОАО «НИИФИ», д.т.н., **Папко А.А.** и д.т.н., **Белозубовым Е.М.**, соответственно. Замечания: отсутствует обоснование возможности распространения экспериментальных результатов, полученных на полупроводниковых чувствительных элементах, на любые тензопреобразователи с упругими элементами чашечного типа; в списке публикаций автора отсутствуют едиличные публикации автора; в списке публикаций автора отсутствуют сведения о защите раз-

работанных соискателем технических решений объектами интеллектуальной собственности: патентами на изобретения, полезными моделями и т.д.

6. Чистопольский филиал «Восток» казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева. Отзыв подписан профессором кафедры «Приборостроение», к.т.н., доцентом **Прохоровым С.Г.** Замечание: из текста не совсем ясно, насколько учтены экспериментальные данные смещения максимума величины δ (рис. 4) при оптимизации топологии чувствительного элемента. Особенно интересны результаты оптимизации при больших толщинах мембраны, когда максимум смещается за ее границу.

7. ОАО «Манотомь». Отзыв подписан заместителем генерального директора, к.т.н., доцентом **Свинолуповым Ю.Г.** Замечание: в автореферате было бы полезнее сравнивать характеристики серийных и разработанных ТП не в табличном, а в более наглядном виде.

8. Ульяновское конструкторское бюро приборостроения (ОАО «УКБП»). Отзыв подписан начальником расчетно-теоретического отдела, к.т.н., **Сорокиным М.Ю.** Замечания: отсутствуют описания состояния рассматриваемого вопроса за рубежом и сравнительные характеристики с зарубежными аналогами; в автореферате не показано, какой именно метрологической характеристике отдавалось предпочтение при оптимизации тензопреобразователей, а также не обозначено, какие именно технические решения, кроме размещения тензорезистров, были внедрены для улучшения метрологических характеристик.

9. Научно-производственное объединение «Марс» (ОАО «НПО «Марс»). Отзыв подписан главным научным сотрудником, д.т.н., доцентом **Токмаковым Г.П.** Замечания: в автореферате не приведены обоснования снижения стоимости ПЧЭ в зависимости от уменьшения ее площади (см. стр. 19); в тексте автореферата встречаются нераскрытые аббревиатуры (например ТПЭ, МИДА).

10. Самарский государственный аэрокосмический университет им. Академика С.П. Королева. Отзыв подписан заведующим кафедрой электротехники, д.т.н., профессором **Гречишниковым В.М.** Замечание: недостаточно полное описание результатов для тензомодулей, рассчитанных на низкие давления. В частности, не раскрыты причины сдвига экстремума чувствительности к центру тензомодуля, отмечено только его наличие.

11. Ульяновский государственный университет. Отзыв подписан ведущим научным сотрудником, д.ф.-м.н., профессором **Светухиным В.В.** Замечания: в п. 4. научной новизны указан эффект снижения себестоимости изготовления ТП, однако в тексте автореферата не приведен сравнительный технико-экономический анализ производства аналогичных известных и предлагаемых датчиков; пункты 2, 3 и 4 положений, выносимых на защиту, являются очевидными, носят декларативный характер и не несут в своей постановке ни количественных ни качественных утверждений, подтверждающих положение; в главе 4 приводятся результаты, отмечающиеся как новые технические решения, однако новизна указанных результатов не подтверждается патентами на изобретения и полезные модели.

12. ООО «Авиакомпания Волга-Днепр». Отзыв подписан директором по качеству, к.т.н., **Дятловым А.Ю.** Замечания: из автореферата не понятно, является ли автор диссертации разработчиком численной модели с использованием метода конечных элементов, результаты расчета по которой используются в первой главе диссертации; в п. 2 работы сделан общий вывод о справедливости полученного распределения деформаций на поверхности мембранного упругого элемента деформациям любого другого упругого элемента чашечного типа. Для корректности вывода требуется указать основные критичные и граничные параметры УЭ, при которых данный вывод действительно справедлив.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследования по теме диссертации, подтверждаемой публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны мембранные тензопреобразователи давления с улучшенными метрологическими характеристиками (нелинейностью, вариацией и температурным дрейфом выходного сигнала);

предложены новые принципы проектирования тензопреобразователей давления с упругими элементами чашечного типа и топологии тензочувствительной схемы;

доказано распространение деформаций при нагружении упругого элемента давлением или силой за пределы контура мембраны чашечного типа на основании упругого элемента и на жесткий центр.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказаны адекватность использованной математической модели тензопреобразователя давления, а также отличие распределения деформаций в упругом элементе от расчетных значений деформации, получаемых на основе аналитической модели жестко заземленной по контуру мембраны.
- применительно к проблематике диссертации результативно использован экспериментальный тензометрический метод, и метод конечных элементов для решения задачи анализа упруго-деформированного состояния мембранного упругого элемента;
- изложены экспериментальные и теоретические способы определения деформаций в мембранных упругих элементах чашечного типа;
- раскрыто несоответствие результатов расчета зависимости величины деформаций от расстояния до центра мембраны при использовании широко применяемой на практике аналитической модели упругого элемента чашечного типа тензопреобразователей давления и его численной модели;
- изучено влияние высокотемпературной пайки чувствительных элементов на основе структур «кремний на сапфире» на величину температурных коэффициентов сопротивления тензорезисторов, а также влияние краевого эффекта на разность температурных коэффициентов сопротивления тензорезисторов, расположенных в смежных плечах мостовой тензосхемы;
- проведена модернизация серийно выпускаемых тензопреобразователей и датчиков давления на основе структур «кремний на сапфире».

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

- разработан и внедрен в серийное производство тензопреобразователей и датчиков давления новый унифицированный полупроводниковый чувствительный элемент на основе структур «кремний на сапфире»;
- определены зависимости изменения распределения деформаций в упругом элементе тензопреобразователя давления от геометрических размеров мембраны;
- представлены рекомендации для улучшения метрологических характеристик тензопреобразователей давления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ результаты получены на современном сертифи-

цированном и поверенном оборудовании;

используемая теория подтверждена экспериментальным доказательством адекватности численной модели тензопреобразователя, рассчитываемой методом конечных элементов;

использовано сравнение полученных экспериментальных результатов величины смещения положения экстремума тензочувствительности с данными, опубликованными в открытой печати.

Личный вклад соискателя состоит в: выполнении большей части теоретических и всех экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая разработку методик экспериментальных исследований, макетных образцов тензопреобразователей и оснастки для испытаний, в выборе необходимого оборудования и проведении исследований, в анализе и оформлении результатов в виде публикаций и научных докладов и сопоставлении полученных экспериментальных результатов с данными расчета по известной математической модели тензопреобразователя.

На заседании 28.01.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Козлову А.И. ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета



Ярушкина Надежда Глебовна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Смирнов Виталий Иванович

28.01.2015 г.