

По месту требования

от **гр. Кугаенко Ольги Михайловны**, 15 мая 1939 года рождения, место рождения: гор. Запорожье, пол: женский, гражданство: Российская Федерация, проживающей по адресу: город Москва, улица Веерная, дом 5, корпус 1, квартира 47, паспорт номер 45 02 798583, выданный 20 июня 2002 года ОВД "Очаково-Матвеевское" гор. Москвы, код подразделения 772-132.

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Базалевской Светланы Сергеевны **"Влияние термомеханических воздействий на структуру и фазовый состав пьезоэлектрических кристаллов семейства лангасита"**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Диссертационная работа С.С.Базалевской посвящена проведению комплексных исследований по установлению диапазонов работоспособности монокристаллических пьезоэлектрических пьезоэлементов на основе кристаллов семейства лангасита, предназначенных для работы в условиях высоких температур и давлений.

Основная цель работы заключалась в исследовании термомеханической устойчивости монокристаллов семейства лантан-галлиевого силиката: *лангасита* ($La_3Ga_5SiO_{14}$), *лангатама* ($La_3Ta_{0,5}Ga_{5,5}O_{14}$), *катангасита* ($Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$), в интервале температур от комнатной до 1200 °С для расширения температурного интервала использования кристаллов в современной акусто- и пьезотехнике. К моменту начала исследования отсутствовали публикации по изучению усталостной выносливости и термостойкости хрупких пьезоэлектрических кристаллов, отсутствовали данные по теплофизическим параметрам при высоких температурах и не проводились исследования фазового состава кристаллов семейства лангасита в области высоких температур. Проводимые в диссертационной работе исследования актуальны как для решения фундаментальных проблем физики твердого тела, так и для практических применений.

Базалевская Светлана Сергеевна в 2012 году окончила ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Министерства образования и науки Российской Федерации с присуждением степени магистра техники и технологии по направлению «Техническая физика», с 2012 по 2016 обучалась в аспирантуре НИТУ «МИСиС», с 2012 года по настоящее время работает в должности инженера-технолога на предприятии ОАО «Фомос-материалс».

Диссертация «Влияние термомеханических воздействий на структуру и фазовый состав пьезоэлектрических кристаллов семейства лангасита» выполнена на кафедре материаловедения полупроводников и диэлектриков «НИТУ «МИСиС» и на предприятии ОАО «Фомос-Материалс», а также с использованием оборудования Научно-исследовательского центра коллективного пользования «Материаловедение и металлургия», кафедры материаловедения цветных металлов и кафедры физики НИТУ «МИСиС». Усталостные испытания проводились на фирме Zwick/Roell, г. Ульм, Германия, и в НИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург.

С.С.Базалевская принимала активное участие в постановке задач и выборе методов исследования, в анализе экспериментальных данных и написании статей. Все основные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором или при непосредственном участии автора. В ходе выполнения работы С.С.Базалевская получила ряд приоритетных, практически важных результатов:

1. Впервые установлено, что фазовый состав кристаллов семейства лангасита ($La_3Ga_5SiO_{14}$, $La_3Ta_{0,5}Ga_{5,5}O_{14}$, $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$) устойчив при отжиге в вакууме до температуры 1000 °С и при отжиге на воздухе до 1200 °С.

2. Выявлена анизотропия теплофизических параметров монокристаллов семейства лангасита в диапазоне температур от комнатной до 1000°C.
3. Установлено, что предел выносливости монокристаллов лангасита при комнатной температуре при знакопостоянном циклическом нагружении сжатием с частотой 100-150 Гц при количестве циклов $2 \cdot 10^5$ для образцов X-среза (с приложением нагрузки по оси X) равен 200 МПа, для образцов Z-среза (с приложением нагрузки по оси Z) равен 150 МПа.
4. Установлено, что предел выносливости кристаллов лангасита при циклических напряжениях по оси X значительно снижается (в 3 раза) в условиях изоляции образцов X-среза.
5. Предложен механизм пластической деформации, предположительно дислокационного характера, в хрупких, многокомпонентных пьезоэлектрических монокристаллах лангасита, при комнатной температуре, под воздействием циклических нагрузок в диапазоне упругости кристаллов, и при термоударе выше 150°C. Термомеханические воздействия приводят к пластической деформации хрупких кристаллов лангасита, к значительному изменению микроструктуры и повышению плотности остаточных дефектов и дислокаций, что является причиной изменения акустических параметров: увеличения в 1,5-2 раза коэффициента затухания ОАВ, и, соответственно, к падению добротности в 2 раза.
6. На основе определения постоянства фазового состава кристаллов семейства лангасита до 1200 °С на воздухе, разработан пьезорезонансный высокотемпературный (до 1000 °С) массчувствительный датчик, с плоско-выпуклым профилем и моночастотностью сигнала, с повышенной точностью измерения толщины наносимых при напылении пленок.
7. Определение термомеханической устойчивости структуры и фазового состава хрупких пьезоэлектрических монокристаллов семейства лангасита ($La_3Ga_5SiO_{14}$, $La_3Ta_{0,5}Ga_{3,5}O_{14}$, $Ca_3TaGa_3Si_2O_{14}$) до 1000-1200 С позволяет расширить температурный интервал их применения для элементов высокотемпературных пьезодатчиков.

Первые научные результаты С.С.Базалевская получила в студенческие годы при выполнении выпускных работ - бакалавра и магистра, активно докладывала результаты на конференциях, отмечена дипломами:

- на VI Всероссийской молодежной научной конференции "Микромеханизмы пластичности, разрушения и сопутствующих явлений", ИНПО Тольятинский государственный университет, г. Тольятти, 2011;
- на Вторых московских чтениях по проблемам прочности материалов, посвященные 80-летию со дня рождения академика РАН Ю.А.Осипьяна, г. Черноооловка, 2011;
- на Международном симпозиуме «Физика кристаллов 2013», г. Москва, 2013;
- на молодежной секции VI международной конференции «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов», Москва, 2016.

За годы работы Светлана Сергеевна Базалевская приобрела большой опыт проведения экспериментальных исследований и проявила себя как квалифицированный специалист, способный формулировать и решать актуальные научные задачи.

Особо хочу отметить такие качества работы С.С.Базалевской как инициативность, трудолюбие и надежность.

Квалификация С.С.Базалевской подтверждается высоким уровнем научных публикаций. Результаты исследований в достаточной степени отражены в 31 работах, опубликованных в отечественных изданиях, в материалах докладов международных и всероссийских конференций, в том числе 5 статей опубликованы в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, оформлен и получен 1 патент.

Считаю, что уровень выполненной диссертационной работы соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по научной специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на кванто-

вых эффектах, а ее автор Базалевская Светлана Сергеевна безусловно заслуживает присвоения ис-
комой степени кандидата физико-математических наук..

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Кугаенко Ольга Михайловна

Город Москва, двенадцатого апреля две тысячи девятнадцатого года.

Кугаенко Ольга Михайловна Кугаенко
(фамилия, имя, отчество, подпись)

Российская Федерация
Город Москва

Двенадцатого апреля две тысячи девятнадцатого года

Я, Алферов Дмитрий Владимирович, нотариус города Москвы, свидетельствую подлинность
подписи **гр. Кугаенко Ольги Михайловны.**

Подпись сделана в моем присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 77/19-н/77-2019-4-207

Взыскано по тарифу: 100.00 руб.

Уплачено за оказание услуг правового и технического характера: 1000,00 руб.



Д.В. Алферов



УВ Уфатов

[Handwritten signature]

Нотариус

Пропишито и скреплено печатью три листа.

