

19
2018

Сборник статей по материалам
XIX международной научно-практической
конференции
12.10.2018 г.

**Научные тенденции:
Вопросы точных и
технических наук**

Санкт-Петербург

Международная Объединенная Академия Наук



SPLN 001-000001-0344-TT

**Международная Объединенная Академия Наук
Межрегиональный Гуманитарно-Технический Университет**

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник научных трудов

**по материалам
XIX международной научной конференции**

12 октября 2018 г.



Санкт-Петербург 2018

УДК 501
ББК 30

НЗ4

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук.
Сборник научных трудов, по материалам XIX международной научно-практической конференции 12 октября 2018 г. Изд. ЦНК МОАН, 2018. – 64с.

SPLN 001-000001-0344-ТТ
DOI 10.18411/spc-12-10-2018
IDSP 000001: spc-12-10-2018

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XIX международную научно-практическую конференцию **Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и наукометрическую базу SPINDEX

Электронная версия сборника доступна на сайте ЦНК МОАН. Сайт центра: conf.sciencepublic.ru

УДК 501
ББК 30

SPLN 001-000001-0344-ТТ

<http://conf.sciencepublic.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	5
Варламов Д.Б., Савчиц А.В. Разработка и исследование адаптивного регулятора.....	5
Годовицыц И.В., Суханов В.С., Гусев Д.В. Испытательно-измерительный комплекс для высокотемпературных преобразователей давления.....	7
Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Павлова А.Н., Сырямкин В.И., Клестов С.А. Представления о волновом механизме процессов структурообразования цементных композиций.....	10
Ефремкин С.И., Грицун Б.М., Савчиц А.В. Разработка автоматизированной системы управления биореактором для выращивания микроводорослей.....	14
Женжурист И.А. Микроволновое спекание алюмосиликатных композиций – перспективная технология керамики.....	17
Косарева-Володько О.В., Чепкасов А.И. Повышение надежности электропередачи с помощью коммутационного аппарата – Реклоузер.....	19
Матрохин А.Е., Силаев А.А. Исследование систем управления умным домом	23
Островский А.А., Савчиц А.В., Костин В.Е. Разработка адаптивного датчика влажности почвы.....	26
Скуднева О.В. Безальтернативность беспилотных летательных аппаратов в реалиях сегодняшней геополитики.....	27
Шалумов А.С., Ильин С.А. Автоматизированная подсистема анализа надёжности несущих конструкций элементов, устройств, приборов энергетики при механических воздействиях «ЭНЕРГОМОДЕЛЬ-НАДЕЖНОСТЬ-НК».....	35
Шуленин С.С., Рязанцев А.Е. Пути снижения горючести полимерных материалов.....	38
РАЗДЕЛ II. ФИЗИКА	40
Шляхтепко П.Г. Ошибки, допускаемые при расчетах электромагнитных полей в ос-новных учебниках курса общей физики.....	40

РАЗДЕЛ III. МАТЕМАТИКА	49
Кадиев Р.И., Поносков А.В. Стохастическая устойчивость и допустимые пары пространств.....	49
Литвиненкова З.Н., Осюк Е.А. К вопросу о прочностном ресурсе воздушного судна	52
Мамедова Ф.М. Магний-натрий катионирование минерализованных вод широкого класса.....	58

Годовицын И.В., Суханов В.С., Гусев Д.В.
Испытательно-измерительный комплекс для высокотемпературных преобразователей давления

*НПК "Технологический центр"
(Россия, Зеленоград)*

doi:10.18411/spc-12-10-2018-02

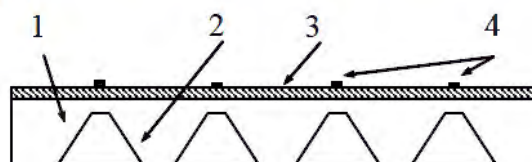
idsp: 000001:spc-12-10-2018-02

В настоящее время в нефтегазовой отрасли, нефтехимической промышленности (изготовление пластмассовых изделий), автомобильном, авиационном и космическом транспорте существует потребность в измерении давления при высокой температуре [1-3]. Данная задача чаще всего решается с помощью высокотемпературных кремниевых преобразователей давления. Кроме решения ряда конструктивных и технологических задач, среди которых такие как создание высокотемпературного чувствительного элемента (ЧЭ), создание высокотемпературного корпуса, создание электрического соединения преобразователя давления и выводов корпуса, стойкого к высокой температуре и другие, разработка высокотемпературного кремниевого преобразователя давления требует метрологического обеспечения, которое может быть реализовано с помощью испытательно-измерительного комплекса. Данный комплекс должен удовлетворять целому ряду требований, среди которых не только обеспечение требуемых режимов измерений, но и передача и обработка результатов измерений в режим онлайн. В связи с тем, что стандартное измерительное оборудование рассчитано на проведение измерений кремниевых преобразователей с традиционным температурным диапазоном, чаще всего от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, разработка испытательно-измерительного комплекса для высокотемпературных кремниевых преобразователей давления представляет технически сложную и актуальную задачу.

В данной работе проведена разработка испытательно-измерительного комплекса для высокотемпературных кремниевых преобразователей давления, имеющих температурный диапазон от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+220\text{ }^{\circ}\text{C}$. При разработке комплекса использован многолетний опыт НПК "Технологический центр" в области создания кремниевых преобразователей давления, изготовленных с использованием технологии объемной микрообработки. В качестве отправной точки использована структура измерительного оборудования, применяемая при производстве серийных преобразователей ИПД8.

Особенность конструкции ЧЭ высокотемпературного преобразователя давления заключается в использовании КНИ-структуры для кристалла с мембраной – рисунок 1. В кристалле тензорезисторы из монокристаллического кремния изолированы от подложки толстым слоем термического оксида кремния, что, в отличие от традиционной конструкции с диффузионными тензорезисторами, обеспечивает отсутствие токов утечки при температурах выше $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Более того, по имеющимся данным, такая изоляция тензорезисторов позволяет достичь верхнего предела рабочей температуры преобразователя в $600\text{--}700\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4,5]. Эта температура соответствует температурному пределу упругости монокристаллического кремния и, кроме того, температуре, при которой собственная проводимость монокристаллического кремния начинает сравниться с примесной проводимостью [6]. Дальнейшее повышение рабочей температуры преобразователя нецелесообразно, потому что не столько из-за возникающих паразитных явлений, а из-за катастрофических изменений свойств материалов преобразователя, достижение приемлемых метрологических характеристик становится невозможным. Можно сказать, что КНИ-структура позволяет полностью использовать потенциал кремниевого преобразователя давления как устройства для измерения значения физической величины, вследствие чего выступает наиболее

привлекательным исходным материалом при разработке высокотемпературного преобразователя давления.



1 – кремниевая подложка;
 2 – жесткие центры в основании;
 3 – изолирующий слой термического окисла;
 4 – кремниевые тензорезисторы.
 Рисунок 1 – Эскиз кристалла на КНИ-структуре

Как указывалось выше, разработка испытательно-измерительного комплекса для высокотемпературных кремниевых преобразователей давления связана с необходимостью использовать расширенный перечень оборудования. В частности, необходимо использовать 2 климатические камеры для задания температуры. Первая камера обеспечивает диапазон температур от предельного нижнего значения (минус 45 °С) до нормальной (20 °С), вторая от нормальной до предельного верхнего значения (220 °С). Совмещение обоих температурных диапазонов в одной камере затруднительно с точки зрения конструкции и затрат на изготовление. Представленные на рынке климатические камеры охватывают максимальный температурный диапазон от минус 86 °С до 180 °С. Таким образом, использование 2х климатических камер является необходимым условием для реализации метрологического обеспечения высокотемпературного преобразователя давления. Либо может быть выбрана конфигурация из одной климатической камеры и одного нагревательного шкафа, который будет использоваться для только измерений при повышенной температуре.

В данной работе в качестве климатической камеры выбрана камера ESPEC MC-812 (рисунок 2а). Камера предназначена для проведения климатических испытаний на воздействие тепла и холода в диапазоне температур от минус 85 °С до +180 °С. Камера имеет высокую производительность, широкий диапазон температур и позволяет проводить климатические испытания образцов в рабочем объеме 64 литра. Основные особенности камеры: постоянный и программируемый режим испытаний, возможность объединения нескольких камер в сеть, возможность записи и сохранения на внешнем носителе данных выборки (заданное и текущее значение температуры), прикладное программное обеспечение для ПК Pattern Manager Lite, позволяющее изменять и редактировать программы испытаний, отображать, печатать и конвертировать сохраненные данные; смотровое окно, изготовленное из многослойного подогреваемого стеклопакета для обеспечения хорошей видимости без наледя.



Рисунок 2 – а) Внешний вид климатической камеры ESPEC MC-812 б) Внешний вид камеры тепла Binder FED 53

Для измерений при повышенной температуре выбрана камера тепла Binder FED 53 (рисунок 2б). Камера имеет следующие основные особенности:

- диапазон температур от (t помещения $+10$) °C до 300 °C;
- вариация температуры при 150 °C – 1,4°C;
- флуктуация температуры при 150 °C – 0,3 °C;
- время пагрева до 150 °C – 15 мин;
- время восстановления после открытия дверей на 30 сек до 150 °C – 4 мин.

Обе камеры имеют отверстия для вывода электрических кабелей и магистралей подачи давления. Отверстия закрываются вставками из термоизолирующей резины, которые обеспечивают поддержание требуемой температуры внутри камеры. Электрическое питание и требуемое давление подается от источников, расположенных вне камер. Также вне располагается система сбора и обработки результатов. Совокупность данных требований приводит к следующей конфигурации испытательно-измерительного комплекса (рисунок 3).

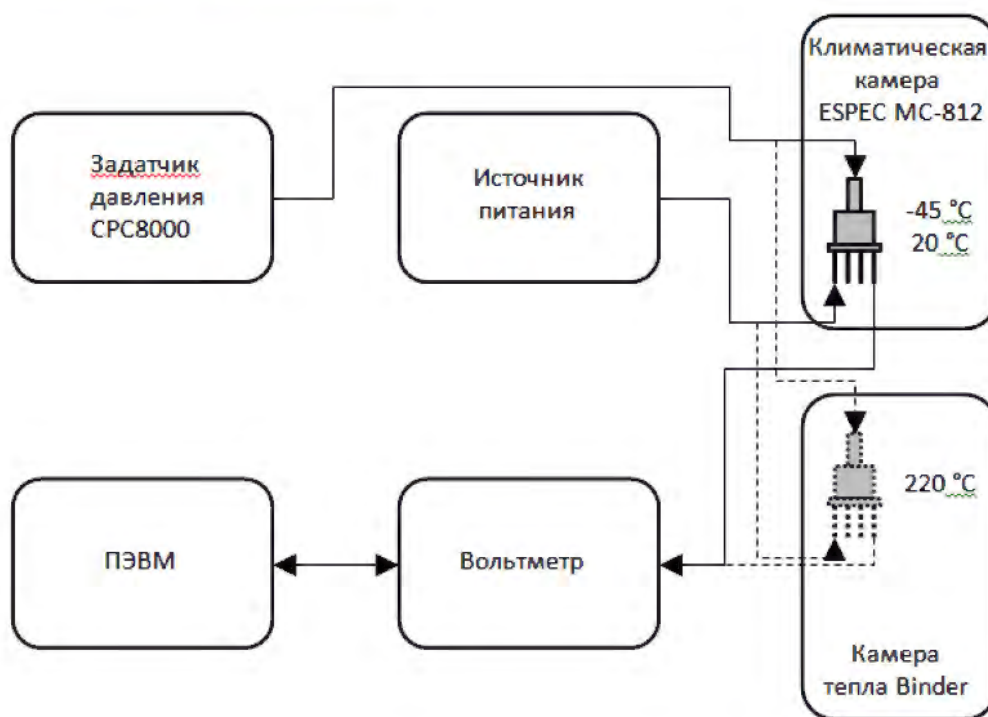


Рисунок 3 – Блок-схема испытательно-измерительного комплекса

Подача напряжения на высокотемпературный преобразователь давления осуществляется с использованием источников питания. Вольтметр, соединенный с автоматизированной системой сбора данных на основе ПЭВМ, выполняет измерение выходного напряжения преобразователя. Давление на преобразователь подается с использованием пневматического калибратора давления Mensog СРС8000, который подходит как эталонное средство передачи единицы давления вследствие метрологических характеристик для большинства задач калибровки и/или поверки средств измерения давления. Система сбора данных записывает значения выходного напряжения преобразователя. Использование ПЭВМ для системы сбора данных позволяет проводить расчет выходных характеристик преобразователя сразу же после измерений с применением специализированного программного обеспечения.

Возможности оборудования, использованного в испытательно-измерительном комплексе, позволяют проводить автоматизированные измерения путем объединения различных компонентов в сеть и управления с помощью программного обеспечения,

установленного на ПЭВМ. Более того, при необходимости возможно удаленное управление измерениями путем организации доступа к ПЭВМ по каналу Ethernet. В данной работе проведена разработка испытательно-измерительного комплекса для высокотемпературных преобразователей давления. Структура комплекса оптимизирована с учетом расширенного температурного диапазона. Комплекс включает климатическую камеру, камеру тепла, датчик давления, ПЭВМ и другие компоненты. Структура комплекса позволяет проводить автоматизированные и удаленные измерения.

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0245, уникальный идентификатор ПРИЭР RFMEFI57717X0245). В работе использовалось оборудование ЦКП "Функциональный контроль и диагностика микро- и наносистемной техники" (ЦКП НПК "Технологический центр").

1. Li S. et al, A novel SOI pressure sensor for high temperature application // 2015 J. Semicond. 36 014014.
2. Jiang X., High-Temperature Piezoelectric Sensing, Sensors 2014, 14, pp. 144–169.
3. Niu Z., Zhao Y., and Tian B., Design optimization of high pressure and high temperature piezoresistive pressure sensor for high sensitivity // Review Of Scientific Instruments 85, 015001 (2014).
4. Kurtz A. D., Ned A. A., and Epstein A. H., Ultra High Temperature Miniature SOI Sensors for Extreme Environments // IMAPS International HiTEC 2004 Conference Santa Fe, New Mexico, May 17-20, 2004.
5. Ned A. A., Kurtz A. D., Beheim G., Masheeb F., Stefanescu S., Improved SiC Leadless Pressure Sensors For High Temperature, Low and High Pressure Applications, Twenty-First Transducer Workshop Lexington, Maryland, June 22-23, 2004.
6. Guo S., Eriksen H., Childress K., Fink A., Hoffman M., High temperature smart-cut SOI pressure sensor // Sensors and Actuators A 154 (2009) pp.255–260.

Горленко Н.П.¹, Саркисов Ю.С.¹, Павлова А.Н.¹, Сырякин В.И.², Клестов С.А.²
Представления о волновом механизме процессов структурообразования
цементных композиций

¹*Томский государственный архитектурно-строительный университет*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет*
(Россия, Томск)

doi:10.18411/spc-12-10-2018-03

ids: 000001:spc-12-10-2018-03

Введение

В настоящее время цифровые технологии в исследовании физико-химических и эксплуатационных свойств строительных материалов позволяют оценить степень их неоднородности, выявить дефекты структуры, определить размеры пор и распределение их по объему образца. Известно, что внутреннее состояние системы «цемент-вода» зависит от множества факторов и в целом определяется формированием капиллярно-пористой трехфазной системы (твердая фаза - вода – вовлеченный воздух). Объемы непрореагировавшей части цемента, гелевых и капиллярных пор в значительных пределах изменяются во время твердения цемента. Управлять их развитием, а, следовательно, управлять и свойствами строительных материалов можно лишь на основе получения новых экспериментальных данных и детального анализа развития данных процессов. Это позволяет реализовать экспериментальные возможности цифровых технологий применительно к цементным композициям, причем в режиме реального времени, что неизбежно приведет к расширению представлений о механизме твердения вяжущих веществ.



Научное издание

**Научный диалог:
Вопросы точных и технических наук**

Сборник научных трудов, по материалам
XIX международной научно-практической конференции
12 октября 2018 г.



SPLN 001-000001-0344-TT

Подписано в печать 27.10.2018. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.3,68
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович