

Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатории комплексных методов контроля

Научный руководитель – д.т.н. Костин Владимир Николаевич

Специальность 01.04.11 – физика магнитных явлений

Тема работы – Комплексное применение тепловых и акустических методов для диагностики изделий из композитов и керамик

Задача текущего года

Исследовать возможность теплового контроля керамических бронепластин, полученных методом полусухого прессования с последующим обжигом в печи.

Результаты, полученные в текущем году

1. Установлена возможность теплового контроля бронепластин. Исследованы способы и оптимальные условия контроля. 2. Опробован метод индукционного нагрева плоского нагревателя для двустороннего теплового контроля керамических пластин. 3. Выявлено, что существует принципиальная возможность обнаружения внутренних дефектов типа воздушной полости в керамических бронепластинах.

**Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатории комплексных методов контроля**

Апробация работы

Статьи

1. Познание реальности за пределами естественных возможностей человека: тепловизионные исследования / С.Е. Черных, В.Н. Костин // Международный научно-исследовательский журнал. — **2023**. — V. 1 (127). — P. 1—5. **(ВАК)**
2. Thermal non-destructive testing of porous composite materials / S. E. Chernykh, V. N. Kostin, Yu. I. Komolikov // AIP Conference Proceedings. — **2022**. — V. 2466. — P. 60003—60009. **(Scopus)**
3. Дефектоскопия трубчатых огнеупорных изделий методом теплового контроля / Комоликов Ю.И., Черных С.Е., Кашеев И.Д., Костин В.Н. // НОВЫЕ ОГНЕУПОРЫ. — **2021**. — V. 9. — P. 55—57. **(Scopus, ВАК)**
4. Исследование поверхностного окисления циркония активным тепловым методом / Черных С.Е., Костин В.Н., Комоликов Ю.И. // Дефектоскопия. — **2021**. — V. 12. — P. 63—70. **(WoS, ВАК)**

**Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатории комплексных методов контроля**

Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

1. П.В.Сухачев. Тепловой неразрушающий контроль композитных покрытий циркония / П.В.Сухачев, С.Е.Черных, В.Н.Костин, Ю.И.Комоликов // IX Международная молодежная научная конференция «Физика. Технологии. Инновации» (ФТИ-2022) , Екатеринбург, 16-20 мая, **2022**: Тез.докл-Екатеринбург:УрФУ.- 835 с.

**Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатории комплексных методов контроля**

Тезисы докладов на российских конференциях

**Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатории комплексных методов контроля**

Экзамены

Экзамен по философии

Сдан – «Отлично»

Экзамен по иностранному языку

Сдан – «Отлично»

Экзамен по педагогике

Сдан – «Зачтено»

Экзамен по специальности 01.04.11

Участие в грантах

Руководитель –

Степень участия –

Выступления на конференциях

Сделано докладов

устных –

стендовых –

Аспирант 2 года обучения Черных Сергей Евгеньевич
лаборатория комплексных методов контроля

Таблица показателей

Показатель	Баллы	Кол-во	Сумма
публикации в изданиях ВАК (вышедшие из печати)	20	2+1	60
публикации в изданиях ВАК (принятые в печать)	5	0	0
свидетельство о программах для ЭВМ, зарегистрированных в установленном порядке	20	0	0
патент	20	0	0
соавторство в монографии	5	0	0
оформленное ноу-хау	5	0	0
публикации в других изданиях (не тезисы)	2	+1	2
тезисы доклада на международной конференции	5	1	5
тезисы доклада на российской конференции	3	0	0
участие в конференции с устным докладом	2	0	0
участие в конференции со стендовым докладом	1	0	0
сданный на «отлично» кандидатский экзамен	20	2+1	40
сданный на «хорошо» кандидатский экзамен	15	0	0
сданный на «удовлетворительно» кандидатский экзамен	10	0	0
участие в грантах в качестве: исполнителя	5	0	0
участие в грантах в качестве: руководителя	10	0	0
Общая сумма			107

Керамические образцы бронепластин

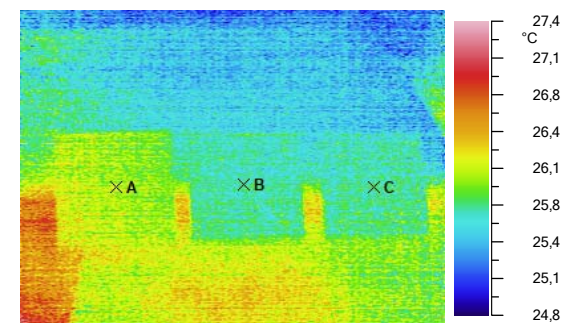
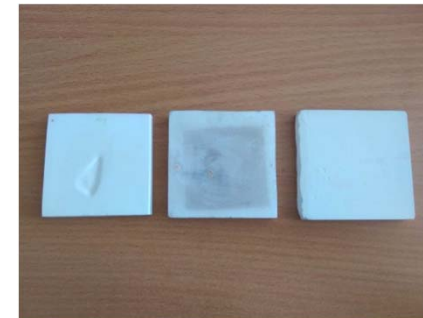
Одно из перспективных направлений бронезащиты это использование композитной брони, важнейшим элементом которой являются керамические материалы.

Это обусловлено комплексом уникальных свойств керамических материалов – низкой плотностью, высокой твёрдостью и достаточной прочностью, высоким модулем упругости.

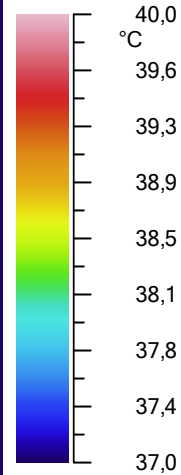
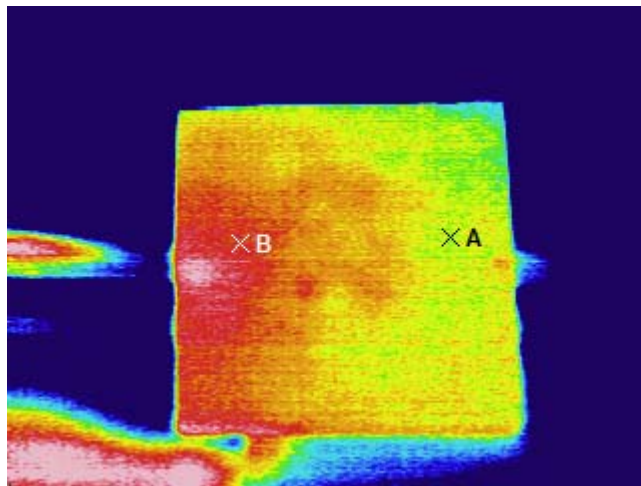
Плитки 50x50x9 мм для проведения дефектоскопии были приготовлены методом полусухого прессования при давлении прессования 300 МПа. Пресс порошок готовили распылительной сушкой суспензии Al₂O₃ в воде, после помола в корундовой мельнице корундовыми шарами в течении 20 часов. Отпрессованные плитки обжигали в печи при 1630 °С.

Свойства образцов:

Содержание Al ₂ O ₃ , %	94-97
Плотность, г/см ³	3,70-3,91
Пористость открытая, %	0
Модуль упругости, ГПа	310-375
Скорость звука, м/с	9300-9800
Твёрдость, HV	14,2-18,0
HRA	88-90
Прочность при изгибе, МПа	250-400
Вязкость разруш., МПа·м ^{1/2}	3,8-5,6



Тепловой контроль бронепластин

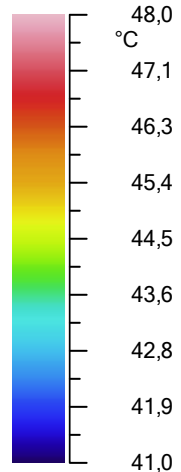
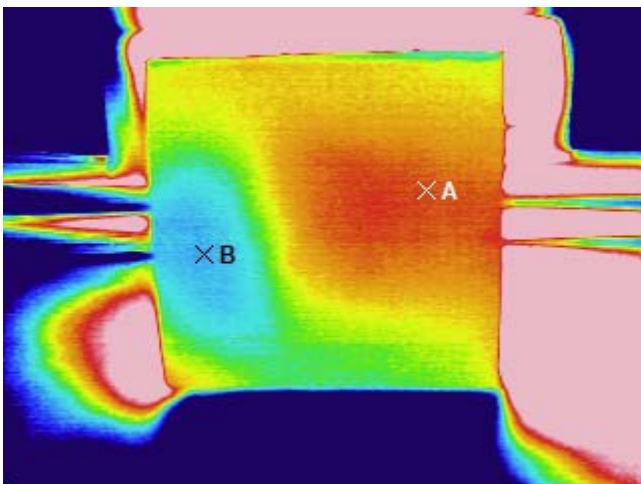


Point	T °C	Emis.	Ta °C
A	38,2	1,00	25,6
B	39,5	1,00	25,6

Проекция дефекта располагается в левой части пластины – зона повышенной температуры $\Delta T \approx 1,3^\circ\text{C}$

Тепловая стимуляция – поток горячего воздуха с передней стороны пластины

Пластина с внутренним дефектом в виде воздушной полости при **одностороннем** тепловом контроле



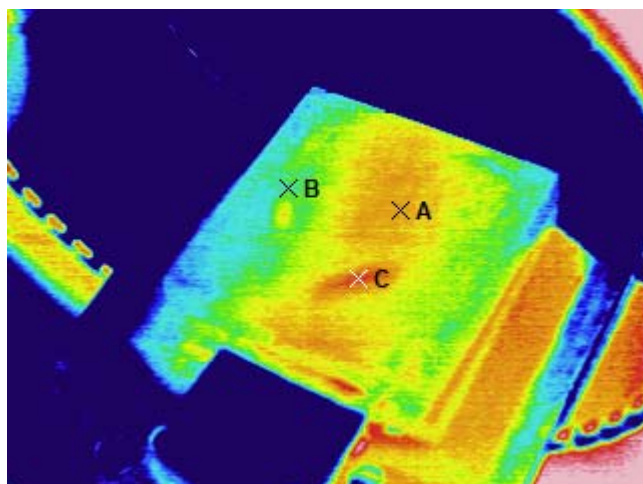
Point	T °C	Emis.	Ta °C
A	46,4	1,00	25,6
B	42,5	1,00	25,6

Проекция дефекта располагается в левой части пластины – зона пониженной температуры $\Delta T \approx 4,0^\circ\text{C}$

Тепловая стимуляция – поток горячего воздуха с задней стороны пластины

Пластина с внутренним дефектом в виде воздушной полости при **двустороннем** тепловом контроле

Тепловой контроль бронепластин

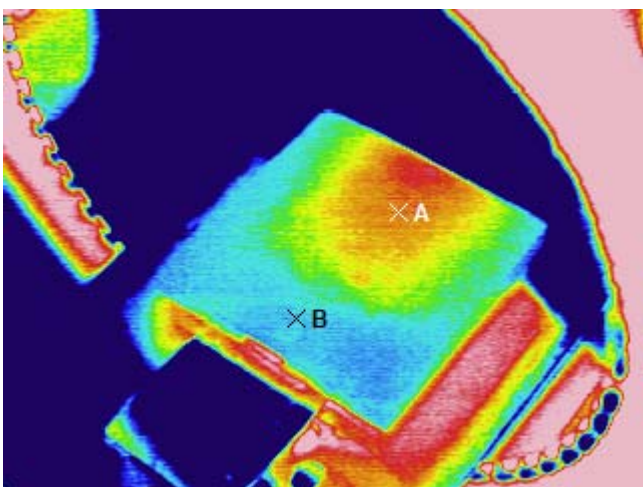


Point	T °C	Emis.	Ta °C
A	29,6	1,00	32,7
B	28,3	1,00	32,7
C	30,2	1,00	32,7

Вдоль проекции плоского металлического образца видна полоса нагрева керамики с $\Delta T \approx 1,3^\circ\text{C}$. Время работы установки ≈ 1 мин.

В т.С на термограмме просматривается видимый поверхностный артефакт типа незначительного углубления.

Пластина, условно без дефектов при расположении на плоском металлическом образце, находящемся в переменном магнитном поле соленоида



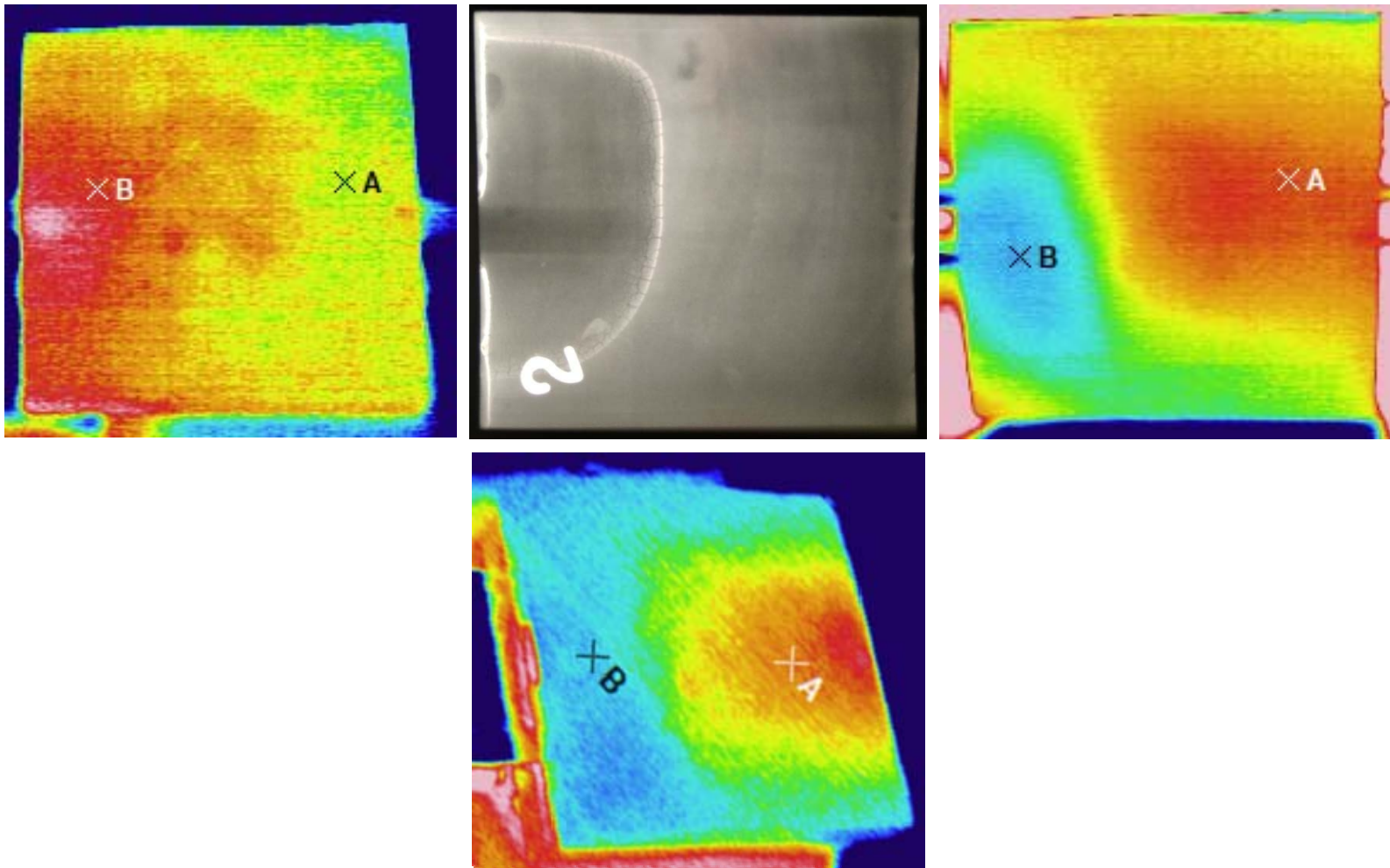
Point	T °C	Emis.	Ta °C
A	31,0	1,00	32,7
B	29,0	1,00	32,7

В зоне т.В на термограмме просматривается проекция дефекта, располагающегося в нижней части пластины – зона пониженной температуры $\Delta T \approx 2,0^\circ\text{C}$.
Время нагрева ≈ 2 мин.



Пластина с внутренним дефектом в виде воздушной полости при расположении на плоском металлическом образце, находящемся в переменном магнитном поле соленоида 9

Подтверждение рентгенографией



Рентгеновский снимок пластины с внутренним дефектом в виде воздушной полости и термограммы различных способов теплового контроля