

Роботизированная ультразвуковая томография композиционных материалов

Седнев Дмитрий Андреевич

к.т.н., заведующий Международной научно-образовательной
лабораторией неразрушающего контроля (МНОЛ НК)

Москва 2017

История:

МНОЛ НК создана в 2010 в результате победы в открытом конкурсе по привлечению ведущих учёных в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования (Постановление Правительства №220), на базе Института неразрушающего контроля и Физико-технического института

Направления исследований, проводимых в лаборатории:

- ультразвуковая томография
- оптическая топография
- рентгеновская цифровая томография
- моделирование томографического контроля
- алгоритмы калибровки роботизированных систем

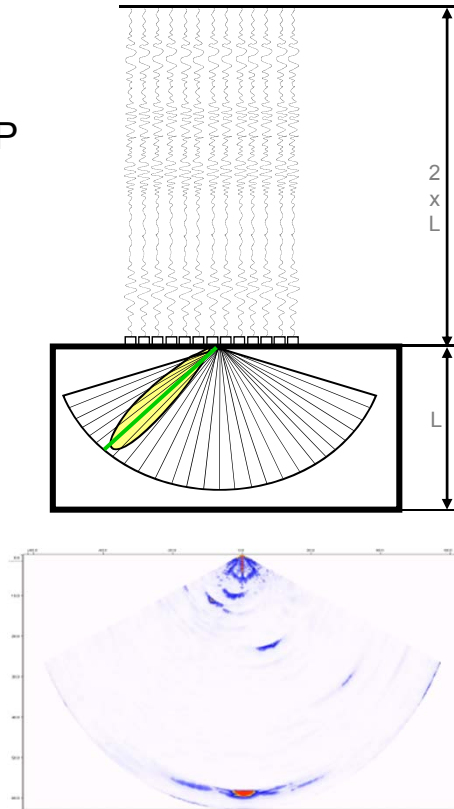
Состав лаборатории: 8 человек (средний возраст – 31 год)

МНОЛ НК



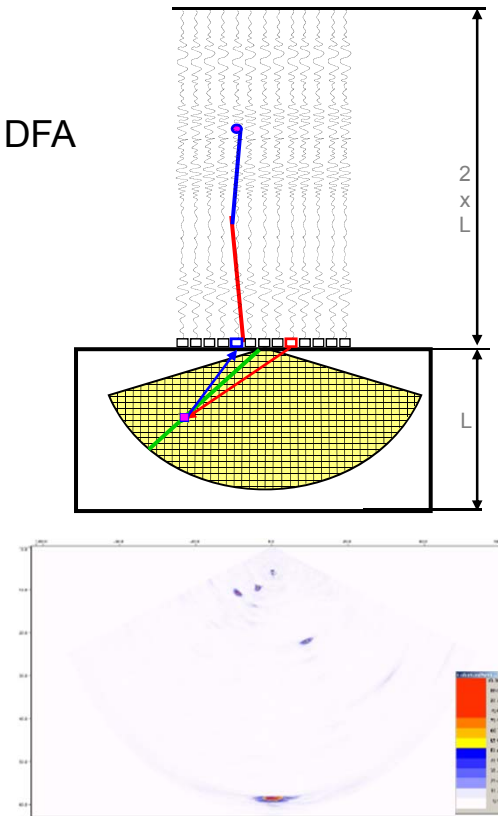
*Научный руководитель лаборатории:
профессор Крёнинг Ханс-Михаэль Вильгельм Адольф*

ФАР

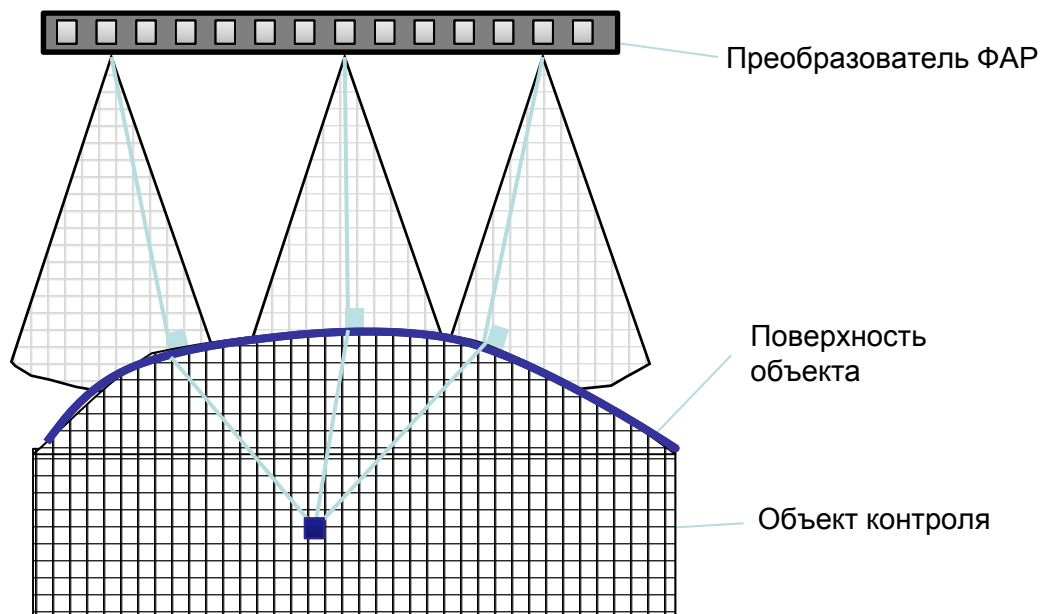


Ультразвуковая томография: принципы DFA

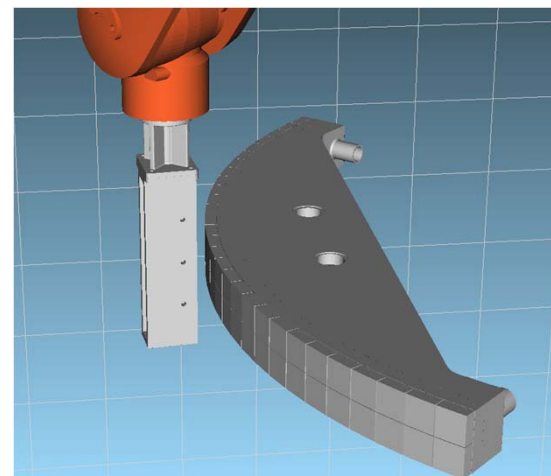
DFA



Ультразвуковая томография: роботизированный манипулятор



*Принцип томографической реконструкции
при иммерсионном контакте*

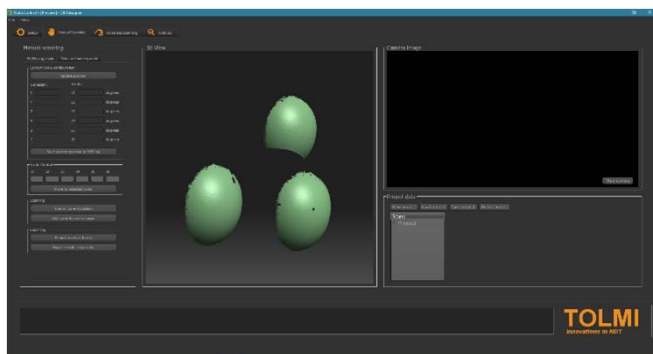


*Сканирование объекта контроля
роботом-манипулятором*

Ультразвуковая томография: оптическая калибровка



Процесс оптической калибровки



Результат оптической калибровки

Требуется для:

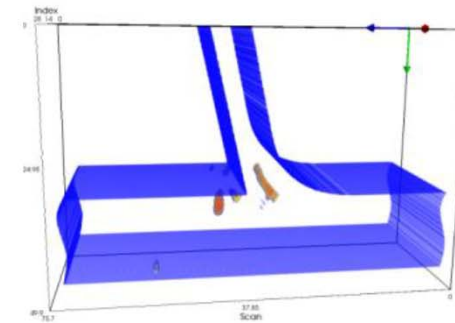
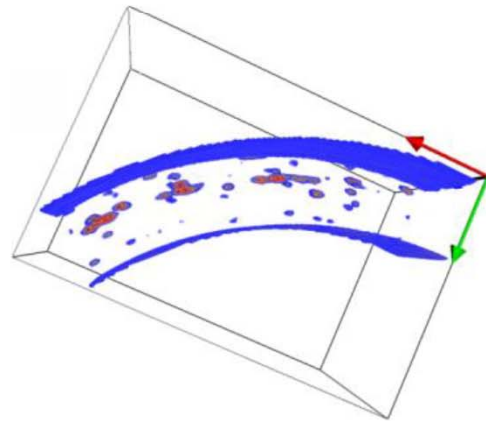
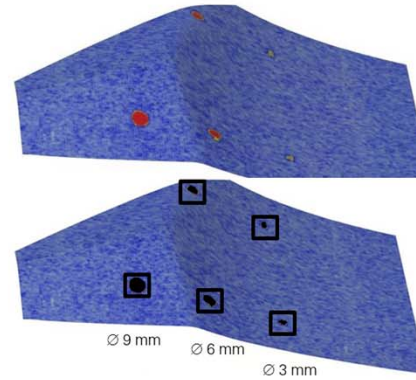
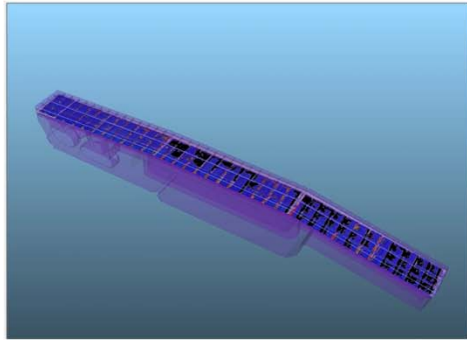
- получения CAD-модели неизвестного объекта
- проведения бесконтактной калибровки

Основана на методе **структурного света**

Элементы системы:

- цифровой проектор
- камера
- программное обеспечение

Ультразвуковая томография: результаты



Федеральная целевая программа

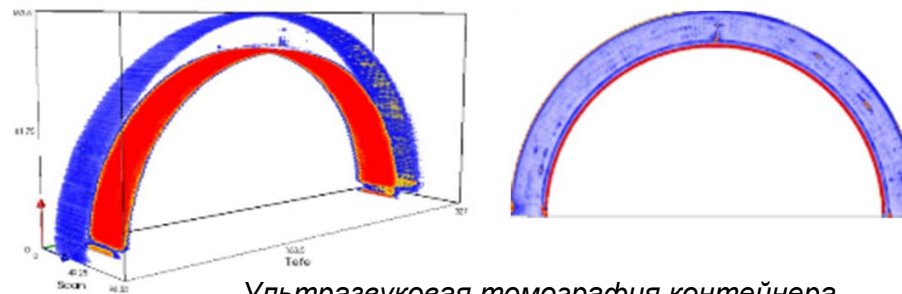
«Разработка технологии диагностики и оценки остаточного ресурса контейнеров с отработавшим ядерным топливом на базе метода ультразвуковой томографии»



Объект контроля



Внешний вид сканера



Ультразвуковая томография контейнера

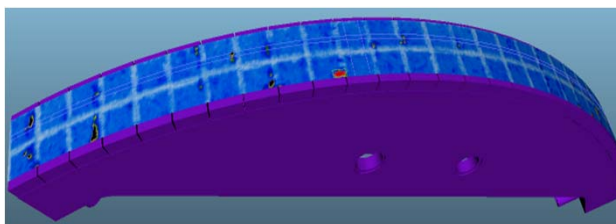
Договор с АО «НИИЭФА»
«Разработка и поставка роботизированного ультразвукового томографа для компонентов реактора ИТЭР»



Объект контроля



*Роботизированная система
ультразвуковой томографии*



Результат контроля компонента ИТЭР

Контроль керамических композиционных материалов на основе циркония

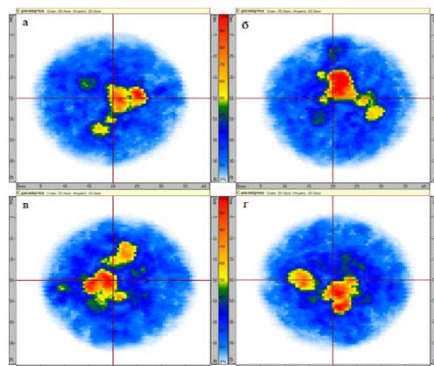


Объект контроля



Система ультразвукового сканирования

- дискообразная форма
- диаметр 27 мм
- толщина 7 мм
- верхний слой ZrO_2
- средний слой ZrC
- нижний слой ZrB_2

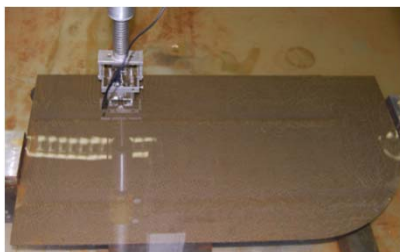


C-развертка объекта контроля

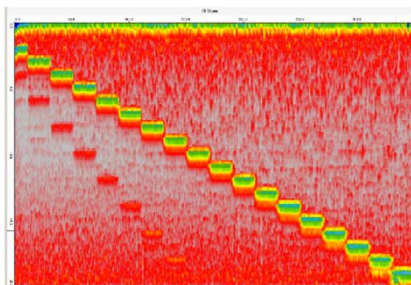
Контроль композиционных углепластиковых материалов



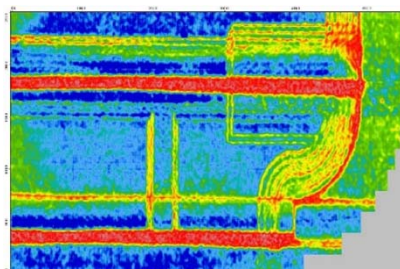
Объект контроля №1



Объект контроля №2



*Результат контроля
объекта №1*



*Результат контроля
объекта №2*



Система ультразвукового сканирования

Договор с холдингом «Вертолеты России»
 «Анализ доступных методов неразрушающего контроля композитных материалов и
 выработка рекомендаций по осуществлению контроля качества узлов вертолетной
 промышленности»

Дефект	Компьютерная томография	Термография	Ультразвуковой контроль	Оптический контроль
Повреждение нитей	X			
Расслоение	X	X	X	X
Изменение плотности	X	X	X	
Включения	X	X	X	X
Микротрещины	X		X	
Пористость	X	X	X	
Объемные включения	X		X	

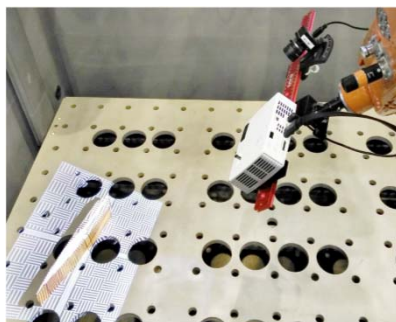
Техническое задание от ОАО «КумАПП»

«Создание автоматизированного комплекса неразрушающего контроля композитных лопастей»

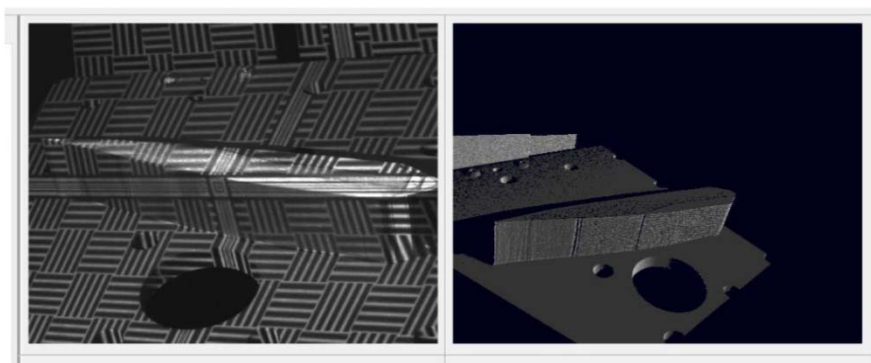
№	Метод контроля качества	Решаемые задачи
1	Оптическая топография	<ul style="list-style-type: none"> • Контроль внешних геометрических параметров лопасти на всех производственных стадиях (по всей длине)
2	Ультразвуковая томография	<ul style="list-style-type: none"> • Контроль отформованного лонжерона на расслоение (по всей длине) • Контроль нагревательного элемента в составе лонжерона на расслоение/непроклей (по всей длине), состоящего из резины и стали
3	Рентгеновская томография	<ul style="list-style-type: none"> • Контроль лопасти в сборе на наличие эксплуатационных дефектов (по всей длине) • Контроль расположения нагревательного элемента в составе лонжерона (по всей длине)



Объект контроля



Внешний вид лабораторной системы



Результаты оптического контроля части лопасти

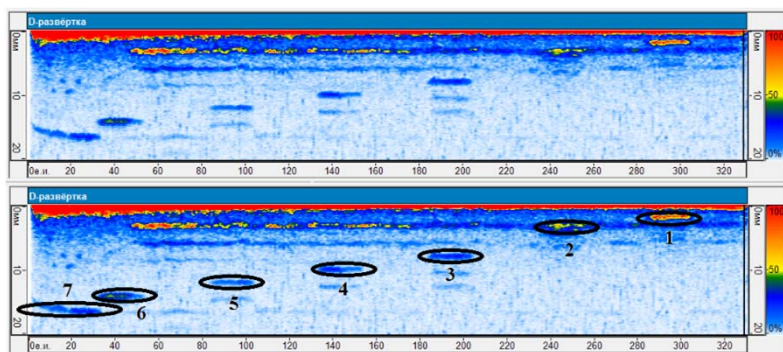
Контроль лопастей: оптическая топография



*Концепция роботизированного
оптического профилометра*



Объект контроля



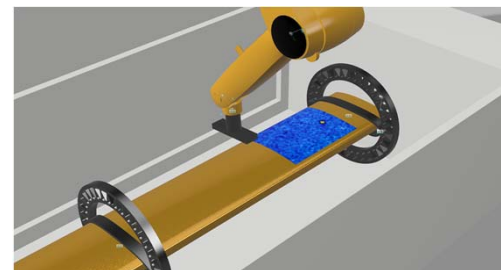
D-развертка:

*1-6 – индикации искусственных дефектов;
7 – донная поверхность*

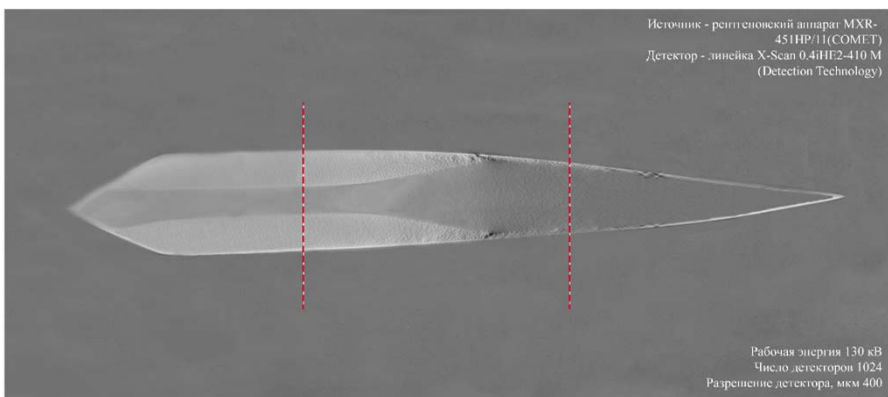
Контроль лопастей: ультразвуковая томография



*Концепция роботизированного
ультразвукового томографа лонжеронов*



*Результаты ультразвуковой томографии
лонжерона*

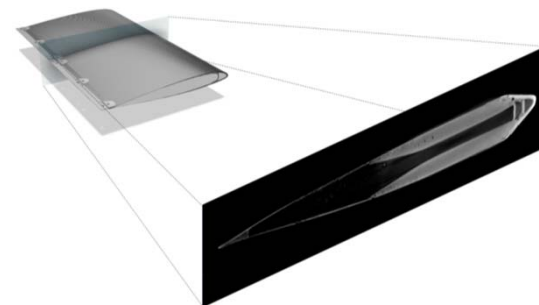


Томография лопасти

Контроль лопастей: рентгеновская томография



*Концепция рентгеновского
томографа лопасти*



*Результаты рентгеновской
томографии лопасти*



Приглашаю к сотрудничеству!

Седнев Дмитрий Андреевич

 +7 (923) 440-04-15

 sednev@tpu.ru