ВЕРТОЛЕТЫ РОССИИ

Автоматизированный неразрушающий контроль качества лопастей и изделий вертолетной техники

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Сокращения

Описание сокращений

АНК – автоматизированный неразрушающий контроль;

ВТК – вихретоковый контроль;

ИМП – импедансный контроль;

КД – конструкторская документация;

КО – контрольный образец;

ЛНВ – лопасть несущего винта;

ЛРВ – лопасть рулевого винта;

МСК – метод свободных колебаний;

СОП – стандартный образец предприятия;

УЗК – ультразвуковой контроль;

УП – управляющая программа;

ЭМК – электроемкостной контроль.

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;

ПКМ – полимерный композитный материал;

НО – настроечный образец;

НК – неразрушающий контроль;

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

«Робоскоп ВТМ – 5000»

Общий вид стенда лазерного сканирования и дефектоскопии «Робоскоп ВТМ – 5000»

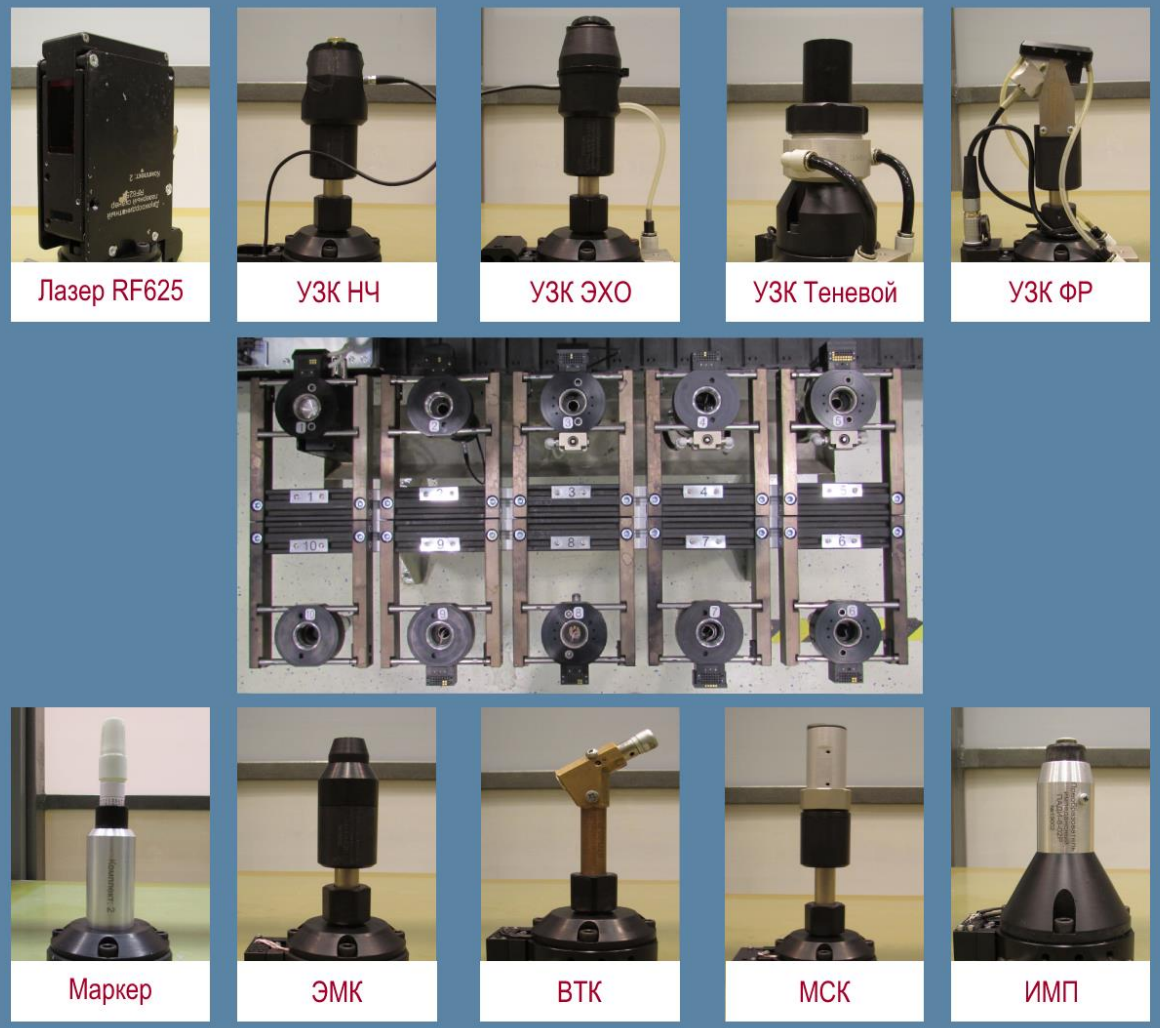
Цель: автоматизация неразрушающего контроля ЛНВ,

а также ЛРВ, частей и агрегатов планера из ПКМ.

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Методы неразрушающего контроля в составе стенда

Общий вид кассеты и датчиков. Краткое описание методов.



Измерительный: обеспечивает измерение геометрических параметров изделия и оценку местоположения ОК;

УЗК НЧ, УЗК ЭХО, УЗК Теневой, УЗК ФР: позволяют выявлять дефекты типа отслоение заполнителя от обшивки, расслоение обшивки и лонжерона;

ИМП: предназначен для определения дефектов типа непроклея и расслоения в клеевых композитных материалах, сотовых конструкциях на основе металлов, углепластиков, стеклопластиков в разных сочетаниях при одностороннем доступе

МСК (ударный): предназначен для определения дефектов типа непроклея и расслоения в обшивке и лонжероне, трещины в заполнителе;

ВТК: предназначен для поиска трещин на титановых накладках;

ЭМК: используется для поиска влаги в сотовых конструкциях

Маркер: предназначен для пометки дефекта на ОК

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Преимущества Робоскоп ВТМ – 5000

Главные преимущества выявленные в процессе эксплуатации

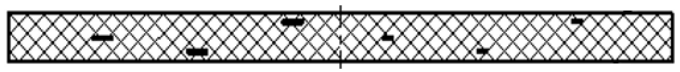
- Собственный язык формирования УП.
- Возможность формирования траектории движения различными способами:
  - по точкам на 3D модели;
  - математическими расчётами после замера лазерным сканером.
- Высокая итерация движений робота в необходимой зоне согласно созданной УП.
- Возможность проведения контроля изделий из ПКМ и металлов.
- Автоматическое формирование протоколов НК.

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Требования к типам выявляемых дефектов

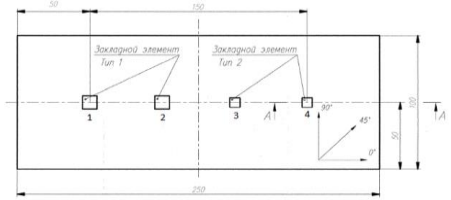
Расслоение

Нарушение межслойной связи, расслоение между слоями заполнителя (композит – композит, композит – титановая фольга)



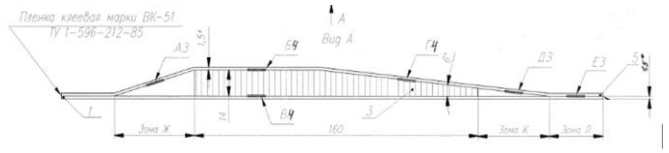
Непроклей

Нарушение клеевых соединений между элементами агрегата. Отслоение клеевого соединения от обшивки каркаса.



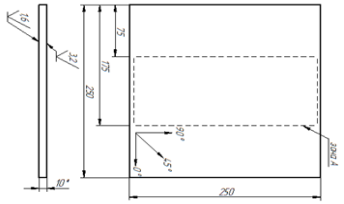
Отслоение заполнителя

Непроклеи между слоями из ПКМ и пенопластовыми или сотовыми заполнителями



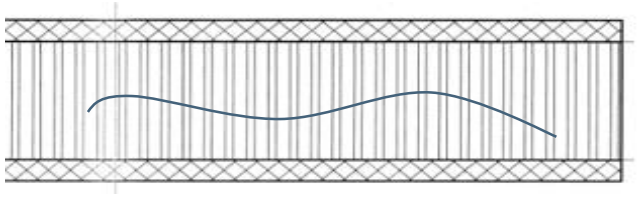
Пористость

Нарушение целостности ламината, зонное или по всему объему наличие макро и микро газовых (воздушных) полостей



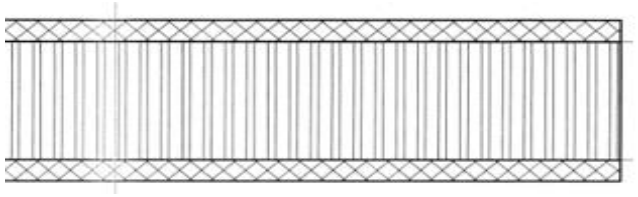
Дефект заполнителя

Внутренние трещины в металлопластиковом заполнителе (противовес из металлического порошка и связующего) и не металлических заполнителях



Влага в сотовых конструкциях

Попадание и накопление влаги в сотовых конструкциях



© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Модернизация стенда

Наименование	Модернизация	Преимущества
Модуль «УЗК»	○ Замена гидроподвеса датчика ○ Замена кабеля USB ○ Экранирование платы ○ Замена библиотек модуля	Прогнозируемое поведение акустического контакта Исключение «вредных сигналов» Увеличение стабильности работы
Модуль «ВТК/ИМП»	○ Замена библиотек модуля ○ Экранирование платы	Исключение ложных срабатываний
Модуль «МСК»	○ Перепайка блока дефектоскопии ○ Замена библиотек модуля	Исключение сбоев в работе
Другое	○ Условия выполнения команды ○ Добавлен множитель таймаута ○ Тестирование команд языка «Roboscope» ○ Исправление ошибок ПО ○ Замена кабеля датчика соударения ○ Перепайка тумблера питания блока дефектоскопии	Возможность сравнения значения с нулевым значением Увеличение «окна» времени срабатывания между командами Уменьшение общего размера кода, создание блоков УП Повышена общая стабильность работы ПО Повышена эксплуатационная устойчивость соединения Повышение стабильности работы
Документация	○ Увеличение информационной базы ○ Формирование таблицы ошибка – решение	Уменьшение времени исправления сбоев оборудования

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Этапы подготовки к проведению АНК

Этапы и описание подготовительных работ

Запрос от конструкторского отдела о проведении АНК изделия с предоставлением 3D – моделей и сопроводительной документации

Рассмотрение отделом ОНВК технологической возможности проведения АНК

- Техническая возможность стенда;
- Возможность выполнения условий КД;
- Наличие оснастки и необходимость изготовления;
- Наличие КО, СОП и необходимость изготовления;

При необходимости

Формирование отделом ОНВК запроса к смежным подразделениям о необходимости создания условий для осуществления АНК

- Передача конструкторскому отделу перечня выполнимых условий КД;
- Проектировка и согласование с отделом ОНВК изготовления оснастки;
- Проектировка и согласование с отделом ОНВК СОП и КО, а также их изготовление.

Формирование отделом ОНВК необходимого обеспечения для проведения АНК

- Исследование ОК ;
- Подбор метода разработки УП (классический без измерения ОК или с использованием математического обеспечения и измерением ОК);
- Разработка УП;
- Формирование математического обеспечения (при необходимости);
- Формирование информационного обеспечения;
- Формирование методического обеспечения.

Настройка дефектоскопического оборудования

- Настройка параметров ПЭП;
- Проверка настроек на КО и СОП;
- Проверка настроек на ОК.

Отладка управляющей программы

- Запуск УП, поиск неточностей и внесение корректировок по необходимости;
- Ознакомление оператора с работой УП;

Проведение АНК

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Опробование метода УЗК (ЭХО) на образце ЛНВ

Описание конструктивно подобного образца лопасти, подготовка к контролю

Общий вид

Конструктивно подобный образец лопасти

КО представляет собой образец с искусственно созданным дефектом «Отслоение заполнителя».

Искусственно созданные дефекты располагаются между полимерсотопластом ПСП и обшивками образца лопасти и представляют собой:

- пластины из Ленты ОТ4 поз. 9 (16шт) ОСТ 190027-71;
- сложенная вдвое пленка Ф-4ЭН сорт 1 0,05 ГОСТ 24 222-80 поз. 10-13 (24шт) с двух сторон обклеенная липкой лентой STEVIK SK 2 AT 205-1 с перекрытием по периметру.

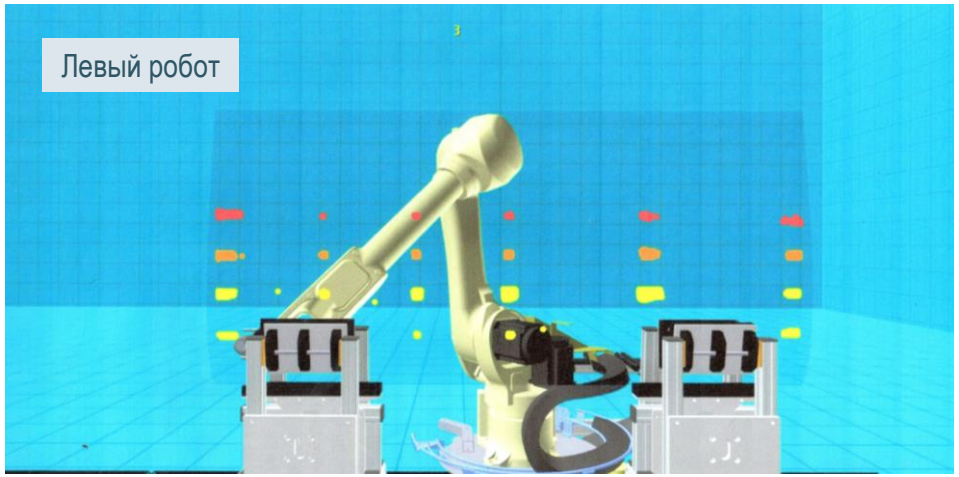
Подготовка к контролю:

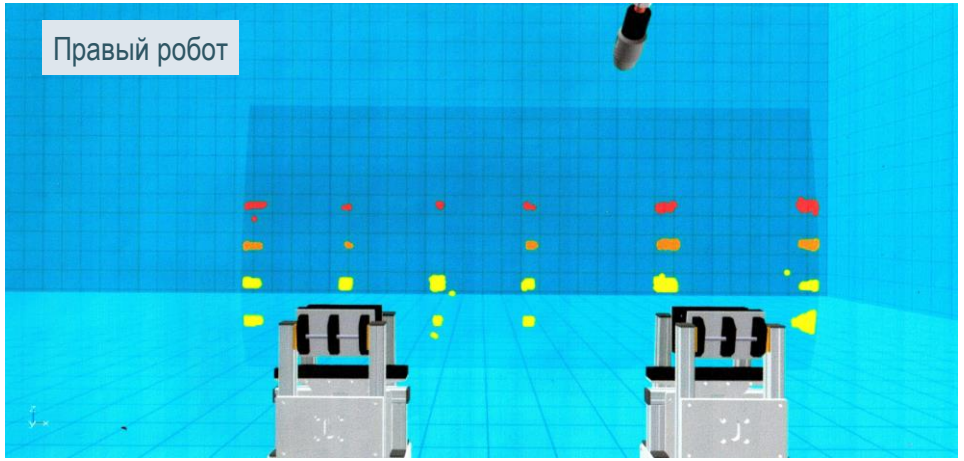
- проведение ручного НК с формированием протокола;
- настройка параметров ПЭП в составе стенда;
- составление УП для стенда.
- формирование плана испытаний;

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Опробование метода УЗК (ЭХО) на образце ЛНВ

Сравнение выявляемости дефектов на конструктивно подобном образце



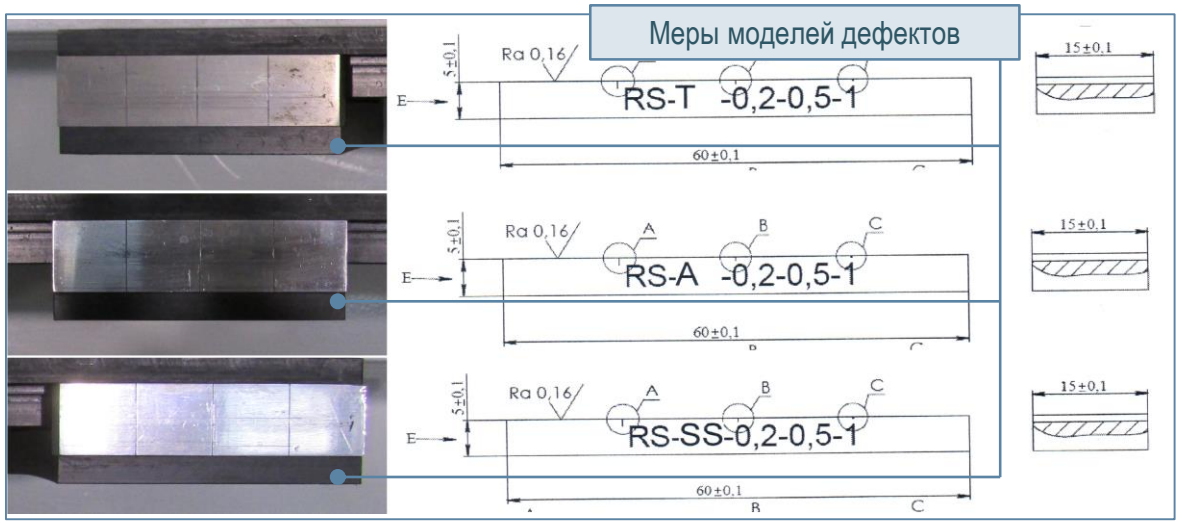


Опробование метода УЗК ЭХО в составе стенда показали свою работоспособность и приняты к внедрению в технологический процесс изготовления изделий АО «НЦВ Миль и Камов»

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Опробование методов ИМП и ВТК на образцах

Описание НО и КО, подготовка к контролю



Меры моделей дефектов RS-T, RS-SS, RS-A:

НО представляет собой металлическую пластину с искусственными дефектами в виде поверхностных пропилов различной глубины от 0,2 до 1 мм.

Контрольный образец «Плита стеклоуглепластиковая с искусственным дефектом типа «Имитация расслоения» :

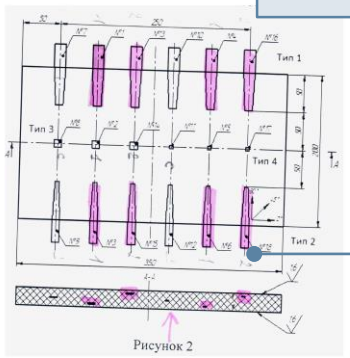
КО представляет собой плоский образец с заложенными искусственными непроклеями, имитирующими дефект типа расслоение, полученных путем закладки элементов ленты из титанового сплава и пленки Ф-4ЭН на разных слоях.

Подготовка к контролю:

- проведение ручного НК с формированием протокола;
- настройка параметров ПЭП в составе стенда;
- составление УП для стенда.
- формирование плана испытаний;

Общий вид КО

Выявляемость ручным методом

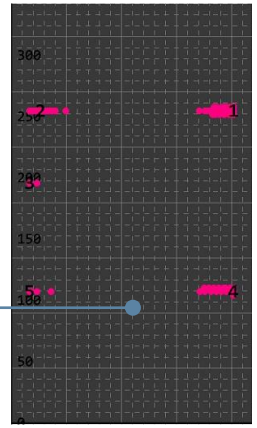


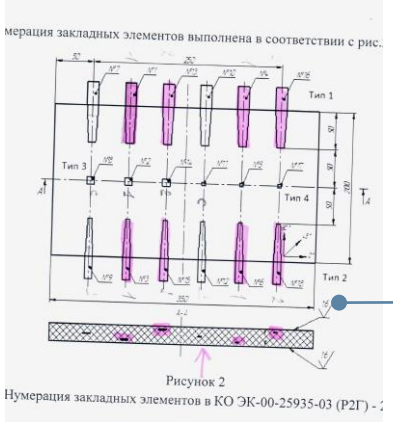
© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Опробование методов ИМП и ВТК на образцах

Выявляемость дефектов на КО и НО

Выявляемость стендом





Выявляемость ручным методом

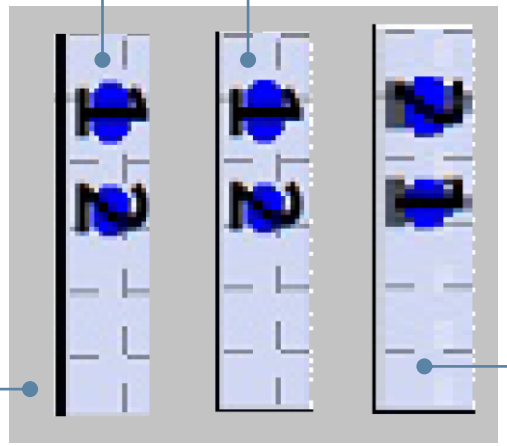
Выявляемость дефектов на КО и НО удовлетворяет требованиям к контролю.

Опробование методов ИМП и ВТК в составе стенда показали свою работоспособность и приняты к внедрению в технологический процесс изготовления изделий АО «НЦВ Миль и Камов»

RS-A

RS-T

Выявляемость стендом

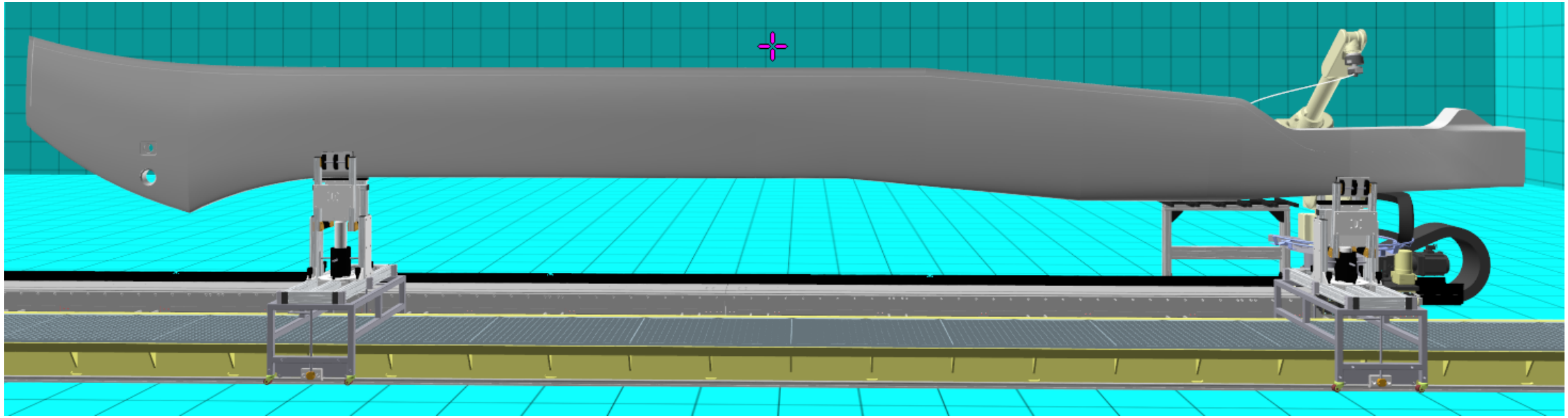


RS-SS

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Автоматизированный неразрушающий контроль ЛНВ

Общее вид ЛНВ характеристик проведения АНК



Параметры АНК ЛНВ:

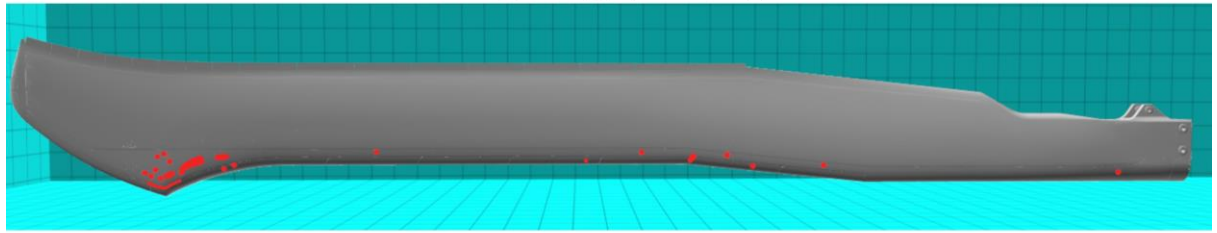
- настройка параметров ПЭП – без эталонная;
- скорость сканирования – от 150 до 300 мм/с
- методы контроля – УЗК ЭХО, ИМП, ВТК, МСК;
- режим браковки метода УЗК, ИМП и МСК – индикационный (наличие или отсутствие какого либо отклонения от заданных параметров ПЭП);
- режим браковки метода ВТК - соизмерение по отражательной способности с сигналами от искусственного отражателя на контрольном образце;

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

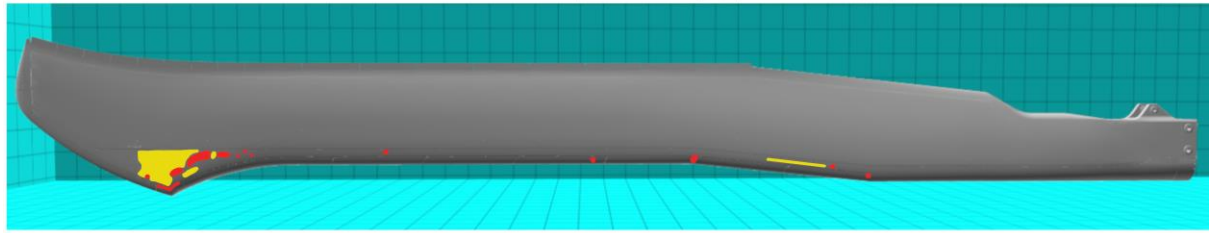
АНК ЛНВ

Результаты АНК ЛНВ

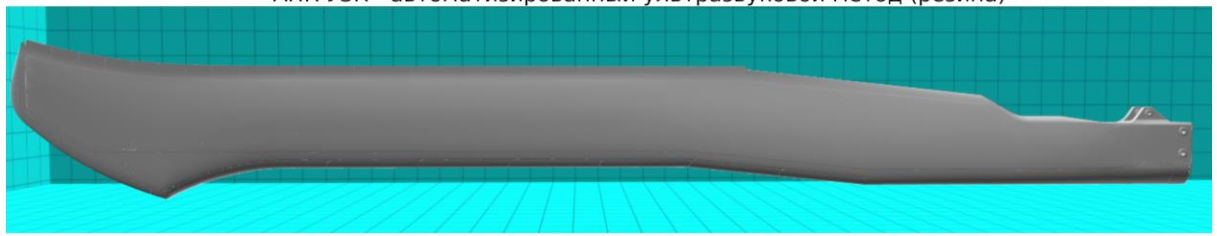
БТК - ручной ударный метод



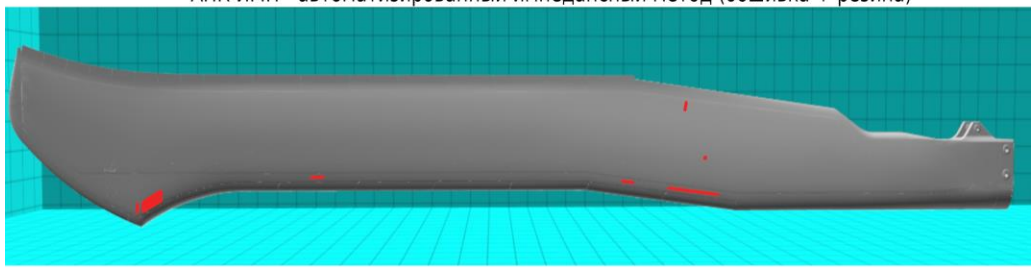
АНК МСК - автоматизированный ударный метод (резина + оковка)



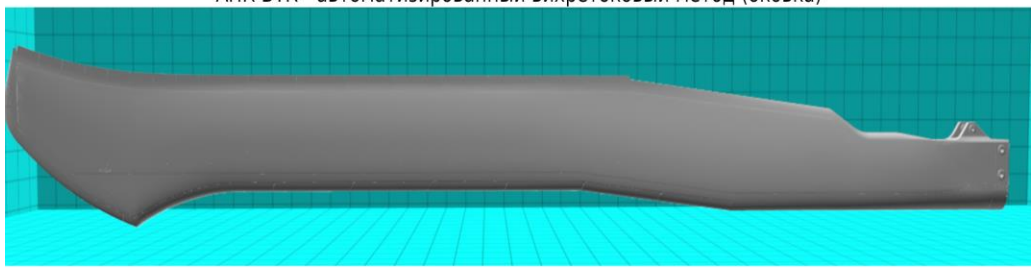
АНК УЗК - автоматизированный ультразвуковой метод (резина)



АНК ИМП - автоматизированный импедансный метод (обшивка + резина)



АНК ВТК - автоматизированный вихретоковый метод (оковка)

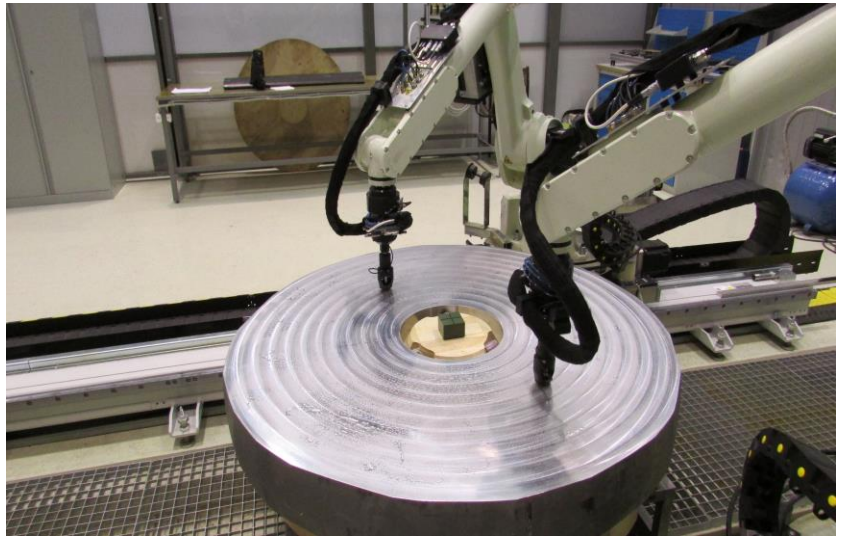


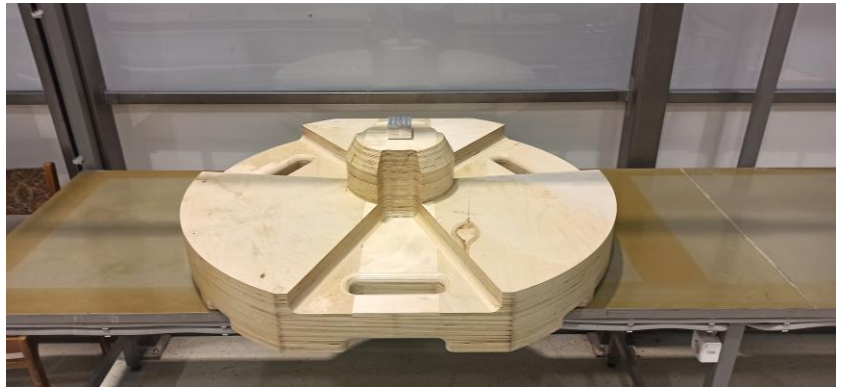
Сходимость зон при ручном и автоматизированном контролях ЛНВ – дефект непроклей между резиновой накладкой ПОС и обшивкой ЛНВ.

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

АНК заготовки «Тарелка»

Контроль заготовки автомата перекоса





№	Наименование работ	Ручной метод (мин.)	Автоматизированный контроль (мин.)
1	Подготовка поверхности	4	2
2	Настройка параметров ПЭП	10	10
3	Проведение контроля	120	20
4	Подготовка протокола	10	0
	Общее время	144	32

За счет автоматизации достигнуто:

- сокращение общего времени контроля в 4,5 раза в сравнении ручным методом НК для заготовки «Автомата перекоса»;
- исключение человеческого фактора;
- автоматическое формирование протокола контроля.

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены

Заключение

Стенд лазерного сканирования и дефектоскопии «Робоскоп ВТМ – 5000» в рамках проведения автоматизированного неразрушающего контроля ЛНВ и частей планера из ПКМ позволяет решить большинство задач и полностью подходит для внедрения в технологический процесс производства ЛНВ и изделий вертолетной техники.

Выделяющиеся достоинства стенда

- Разнообразие методов НК;
- Итерация (повторяемость) параметров движений;
- Работа с 2-х сторон одновременно;
- Снижение присутствия человеческого фактора;
- Снижение временного интервала на проведение НК.
- Возможность модификации УП.

На сегодняшний день прорабатывается вопрос совместного формирования методических материалов, между АО «НЦВ Миль и Камов» и НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ, по проведению автоматизированного неразрушающего контроля лопастей и агрегатов планера вертолета, выполненных из полимерных композиционных материалов на стенде лазерного сканирования и дефектоскопии «Робоскоп ВТМ – 5000»

© 2022 АО «Вертолеты России», все права защищены