

Техническое задание на разработку дизайна систем неразрушающего контроля.

1. Информация о Заказчике.

Заказчиком является компания ООО «Локус», занимающаяся разработкой, поставкой и обслуживанием оборудования для неразрушающего контроля (НК). Фирма расположена в Санкт-Петербурге. Контактное лицо, ответственное за реализацию описанного в настоящем ТЗ проекта: Котовщиков Илья Олегович, инженер разработчик-исследователь.

Контактные данные:

Телефон компании ООО «Локус»: +7-(812)-429-49-57.

Электронная почта компании ООО «Локус»: office@locus.spb.ru .

2. Перечень разрабатываемых систем.

В перечень изделий, для которых требуется разработать дизайн, входят следующие системы НК методом активной термографии:

- 1) Система автоматизированного контроля плоских протяжённых изделий.
- 2) Система автоматизированного контроля тел вращения.
- 3) Мобильная система контроля.
- 4) Роботизированная система контроля крупногабаритных изделий сложной геометрии.

Автоматизированные системы названы «ЛокоТерм», мобильная система названа «ЛокоТерм-М».

3. Основания для разработки.

Дизайн систем разрабатывается на основе 3D эскизов систем, разработанных в ООО «Локус», и на основе технического описания концептов каждой из систем, приведённых в пунктах 6-9 настоящего ТЗ.

Эскизы систем могут быть предоставлены Исполнителю в формате .m3d, совместимом с программой КОМПАС-3D, по запросу.

4. Требования к результатам разработки.

По завершению дизайн-разработки систем, Заказчик ожидает получить следующие результаты:

- 3D-модели четырёх систем, перечисленных в п.2 настоящего ТЗ, с возможностью просмотра и экспорта различных ракурсов (видов) этих моделей в виде 2D изображений. Формат файлов согласовывается с Заказчиком заранее.
- Разработанные модели должны отражать техническую сущность разработанных Заказчиком концептов, описанных в п.6-9 настоящего ТЗ.
- Разработанные модели должны содержать фирменную символику компании ООО «Локус» и соответствующие названия, указанные в п.2 настоящего ТЗ.
- Разработанные модели должны соответствовать стандартам эстетики и эргономики современных промышленных автоматизированных систем. Примеры моделей, отражающих такие стандарты, приведены в п. 9 настоящего ТЗ.

5. Аудитория и сфера применения.

Потенциальными потребителями и заказчиками разрабатываемых систем являются:

- 1) Промышленные предприятия-изготовители крупногабаритных изделий из композиционных изделий (таких как: лопасти вертолѐта, крылья / фюзеляж / мотогондолы самолѐта, и другие изделия авиационного и аэрокосмического назначения).
- 2) Сервисные центры по обслуживанию вертолѐтов и самолѐтов.
- 3) Опытные заводы и научные институты, занимающиеся усовершенствованием технологии изготовления указанных выше деталей.
- 4) Другие крупные промышленные предприятия.

Примеры изделий, для которых применяются разрабатываемые системы контроля, приведены в п.9 настоящего ТЗ.

6. Описание разработанного концепта системы НК плоских протяженных изделий.

Система состоит из следующих основных частей (рисунок 1):

- 1) Блок активной термографии (термограф) (поз. 3).
- 2) Компьютеризированная панель управления (поз. 1).
- 3) Механизм перемещения термографа и его фиксации:
 - 3.1) Моторизированная ось X (поз. 4);
 - 3.2) Моторизированная ось Y (поз. 5).

Система основана на тепловом методе НК – методе активной термографии. Данный метод заключается в том, что галогенные лампы термографа (поз. 5 на рисунке 2) светят на объект контроля, нагревая его. После выключения ламп, инфракрасная (ИК) камера (поз.4 на рисунке 2) записывает на видео процесс остывания поверхности изделия. На основе полученных ИК изображений можно сделать выводы о наличии дефектов и о качестве изделия.

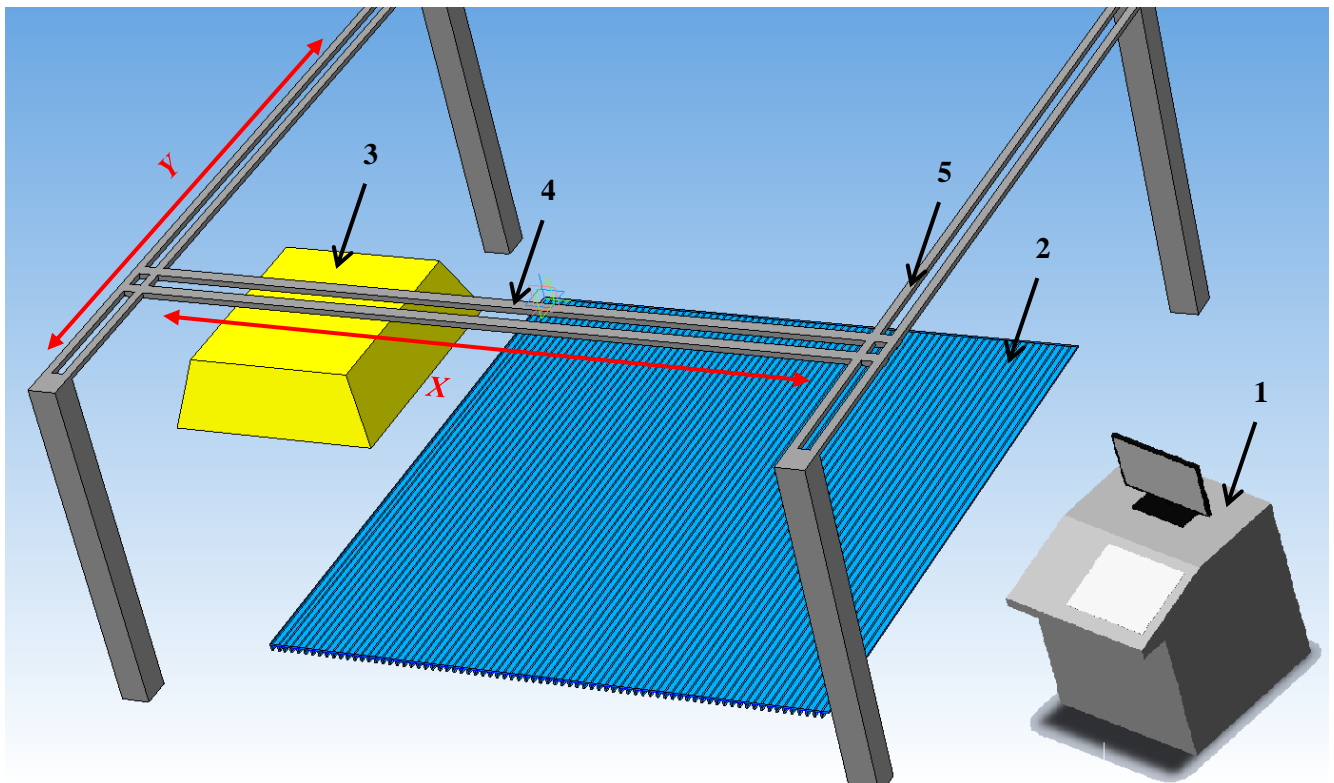


Рисунок 1 – Эскиз системы НК плоских протяженных изделий: 1 – компьютеризированная панель управления; 2 – объект контроля; 3 – термограф; 4 – моторизированная ось X для

позиционирования термографа; 5 – моторизированная ось Y для позиционирования термографа. Двухсторонними стрелками показаны допустимые перемещения термографа.

Желтым цветом на рисунке 1 показан термограф, направленный в сторону контролируемого изделия. На рисунке 2 приведены изображения сбоку и снизу блока активной термографии, аналогичного тому, который будет установлен в системе. Термограф, который будет установлен в данной системе, представляет собой мобильную версию системы, описанную в п. 9 настоящего ТЗ, но без опорных ножек.

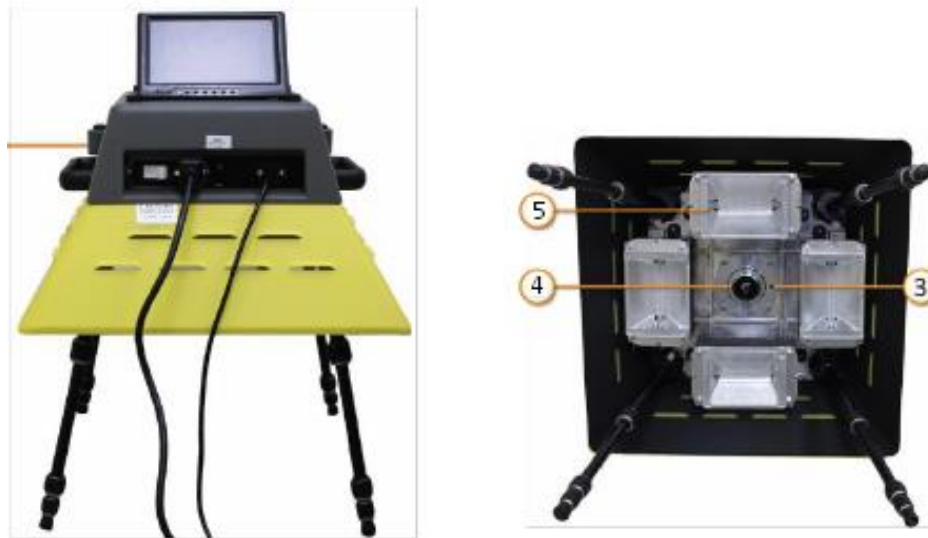


Рисунок 2 – Общий вид системы термографического контроля NDTherm: 3 – камера видимого излучения, 4 – ИК камера, 5 – нагревательные элементы (галогенные лампы)

С помощью панели управления, оператор управляет положением термографа, запускает процесс контроля, обрабатывает и анализирует полученные результаты.

Панель управления содержит кнопки, джойстики и лампы для удобного управления системой в производственных условиях. Для удобства взаимодействия оператора с механизмом перемещения и фиксации термографа, панель управления содержит сенсорную панель оператора, реализующую технологию НМІ. Все электронные компоненты пульта управления поставляются в промышленном исполнении для защиты электроники от влаги и пыли.

Механизм перемещения термографа и его фиксации представляет собой две моторизированные оси для перемещения термографа при сканировании детали, и фиксации его в заданном месте в процессе съёмки. Термограф закрепляется в механизме навесным образом, благодаря чему, яркий свет галогенных ламп будет распространяться безопасным образом для окружающих.

Наличие двух осей перемещения позволяет проводить сканирование по оси X с шагом по оси Y или сканирование по оси Y с шагом по оси X. Величина хода по осям X и Y определяется максимальными габаритами контролируемого изделия. Расстояние от термографа до объекта контроля может быть регулируемым (но неизменным в процессе сканирования), при необходимости контроля изделий различной высоты.

7. Описание разработанного концепта системы НК тел вращения.

Система состоит из следующих основных частей (рисунок 3):

- 1) Блок активной термографии (термограф) (поз. 2).
- 2) Компьютеризированная панель управления (не показана на рисунке).
- 3) Механизм перемещения термографа и его фиксации:
 - 3.1) Моторизированная ось X (поз. 5);
 - 3.2) Моторизированная ось Y (поз. 4);
 - 3.3) Моторизированная ось θ (поз. 3).

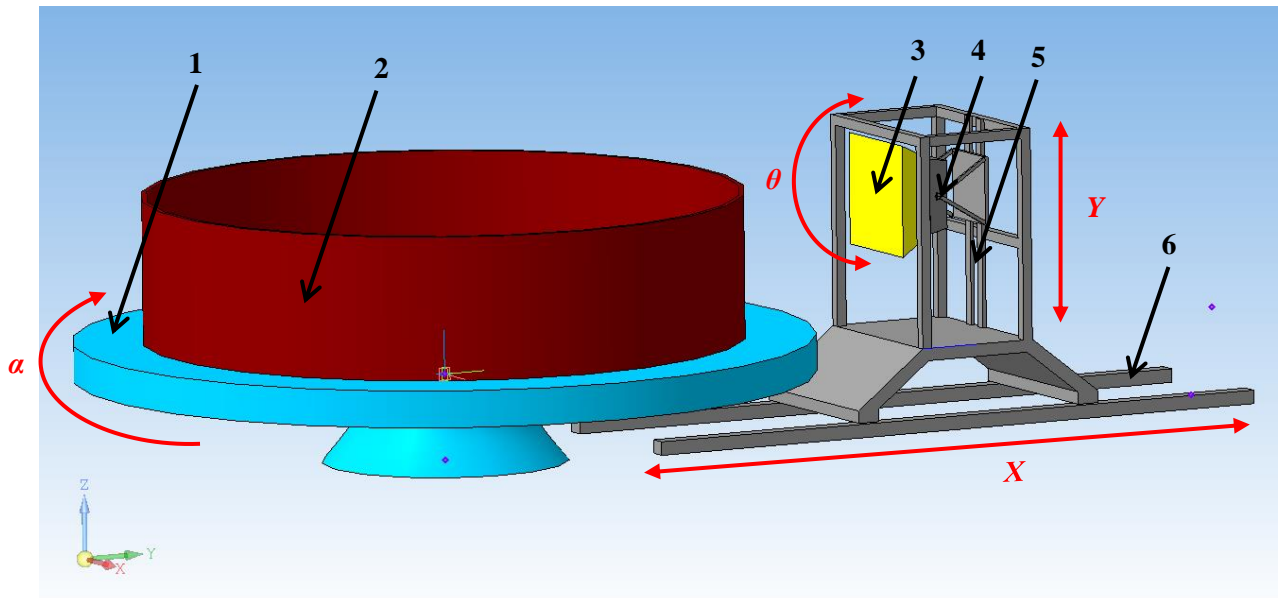


Рисунок 3 – Эскиз системы НК тел вращения: 1 – поворотный стол; 2 – объект контроля; 3 – термограф; 4 – шарнирный узел крепления термографа; 5 – моторизированная ось Y; 6 – моторизированная ось X. Двухсторонними стрелками показаны доступные движения системы.

Принцип работы термографа и пульта управления аналогичны процессам, описанным в предыдущем пункте ТЗ.

Термограф (поз. 3) перемещается по направляющим оси X (поз. 6), для регулировки расстояния до объекта контроля (поз. 2) разного диаметра (если диаметр малый – термограф необходимо подвинуть ближе к изделию, если диаметр большой – термограф надо отодвинуть). Наклон термографа регулируется по оси θ , с помощью специального шарнирного крепления (поз. 4) для компенсации непараллельности стенок детали (когда геометрия объекта контроля представляет собой не цилиндр, а усечённый конус). Таким образом, перед началом контроля оператор проводит регулировку положения термографа по осям X и θ . Далее, в процессе контроля, пользователь системы положение термографа не меняет.

В процессе контроля, контролируемое изделие вращается на поворотном столе (поз. 1) вокруг оси поворотного стола, в направлении α . Термограф автоматически плавно перемещается по направляющим оси Y (поз. 5), реализуя сканирование изделия по спиральной траектории. Система автоматического слежения за плоскостью стенки объекта контроля на основе линейного лазерного сканера (не показана на рисунке) позволяет автоматически регулировать угол θ и расстояние по оси X в процессе сканирования конусообразных изделий.

8. Описание разработанного концепта роботизированной системы НК.

Роботизированная система представляет собой закреплённый на роботизированной руке блок активной термографии, описанный в п.9 настоящего ТЗ. Принцип работы роботизированных систем неразрушающего контроля можно увидеть на видео по ссылке: <https://www.youtube.com/watch?v=88xVBvWGr8U>. Общий вид робота с блоком термографии можно увидеть на рисунке 13 в п.10 настоящего ТЗ.

9. Описание разработанного концепта мобильной системы НК.

Внешний облик мобильной системы НК методом термографии предполагается аналогичным облику термографа, изображенному на рисунке 2. Общие элементы нового дизайна и термографа с рисунка 2:

- Жёлтая «юбка», направляющая тепловое излучение от ламп;
- ИК камера в центре, под «юбкой»;
- 4 галогенные лампы вокруг камеры;
- Телескопические ножки;
- Наличие камеры видимого диапазона рядом с ИК камерой.

Общий технический концепт приведён на рисунке 4.



Рисунок 4 – Концепт технического решения мобильной системы НК

Ноутбук системы быстро и легко подключается к основному блоку (в пунктирном прямоугольнике справа) путём вщёлкивания в док-станцию, вмонтированную в основной блок. Контроллер и неподписанные электронные компоненты целиком расположены

внутри термографа и не видны. Камеры и выключатель (справа снизу) частично находятся внутри основного блока, частично выходят наружу. Галогеновые лампы и док-станция целиком находятся снаружи и лишь прикреплены к основному блоку.

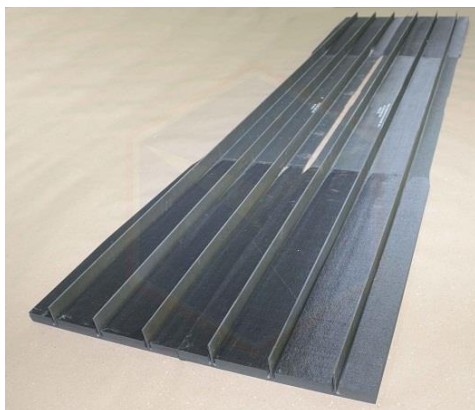
В автоматизированных системах, описанных в пунктах 6-8 настоящего ТЗ, в качестве термографического блока используется мобильная система НК, описанная в настоящем пункте ТЗ.

Мобильная установка предназначена для контроля готовых изделий в эксплуатации (например, осмотр крыльев и фюзеляжа самолёта на наличие дефектов перед вылетом) и научно-исследовательских задач (например, усовершенствование технологии изготовления композитных деталей).

10. Образцы оборудования и объектов контроля

Примеры плоских протяжённых изделий, которые контролируются с помощью системы, описанной в п. 6, приведены на рисунке 5.

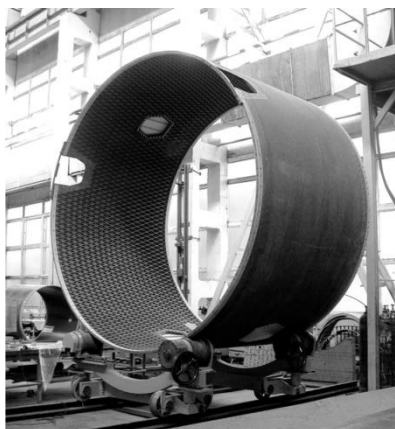
Примеры тел вращения, которые контролируются с помощью системы, описанной в п. 7, приведены на рисунке 6.



<http://mc-21.wikidot.com/wiki:kompozitny>

<https://alexx72.livejournal.com/116748.html>

Рисунок 5 – Примеры плоских протяжённых объектов контроля



<https://www.kvalda.ru/blog/articles/raznoe/sekretnye-sovetskie-materialy.html>

<https://rostec.ru/news/4514987/>

<https://sagrit.ru/tehnologii/formovanie-iz-prepregov/>

Рисунок 6 – Примеры объектов контроля типа тел вращения

Дизайн автоматизированных систем, описанных в пунктах 6-8 должен быть аналогичным современным станкам с ЧПУ и системам НК, как показано на рисунках ниже.



<https://www.prostanki.com/board/item/150788>

Рисунок 7 – Станок с ЧПУ



<http://stankialiance.ru/milling-machines/horizontal-milling/gorizontально-rastochny-stanki-s-povorotnym-stolom-serii-wfs-1011-s-chpu/>

Рисунок 8 – Станок с ЧПУ и поворотным столом



<https://visiconsult.de/products/ndt/xrhgantry/>

Рисунок 9 – Система НК рентгеновским методом с навесным оборудованием



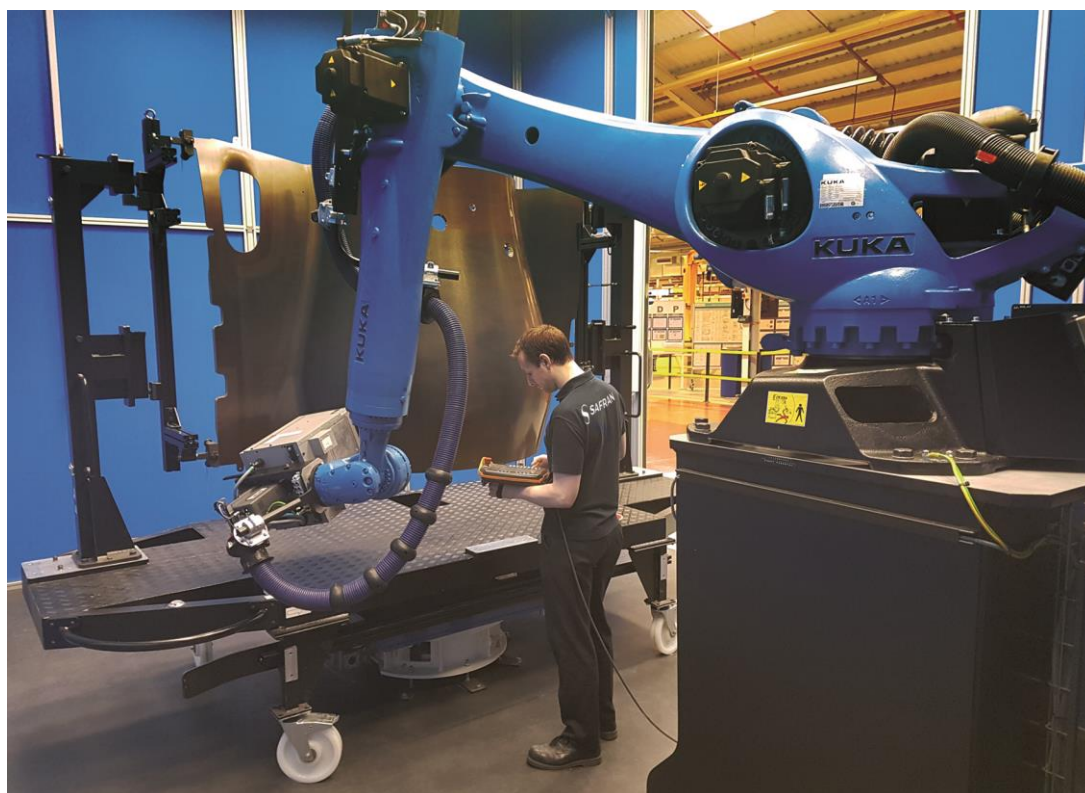
<https://visiconsult.de/products/ndt/xrh222-tl/>

Рисунок 10 – Система НК рентгеновским методом закрытого типа



<https://www.ndt.net/search/docs.php3?id=16985>

Рисунок 11 – Роботизированная система НК



<http://www.jeccomposites.com/knowledge/international-composites-news/automated-non-destructive-testing-solution-using-infrared>

Рисунок 12 – Роботизированная система НК



<https://ndt.aero/images/docs/Yaron-Segev.pdf>

Рисунок 13 – Роботизированная система НК методом активной термографии