

## Заключение

Для пациента беспроводная измерительная сеть удобна. В соответствии с техническими характеристиками, можно выбирать такие элементы: АЦП-ADS1291; МК-STM32L100C6; передатчик-CC2540.

### Список информационных источников

1. Всемирная Организация Здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень № 317. Март 2013 г.

2. Texas Instruments. Low-Power, 1-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements.  
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1291.pdf>

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИТАХ

*Еганов В.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Вавилов В.П., д.т.н., заведующий лабораторией тепловых методов контроля*

Тепловой контроль (ТК) – один из видов неразрушающего контроля, который предназначен для обнаружения скрытых дефектов, путём регистрации и преобразования инфракрасного излучения в видимый спектр. Тепловой метод применяется в тех отраслях промышленности, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов.

В настоящее время метод ТК стал одним из наиболее востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве.

Основными достоинствами ТК являются: универсальность, высокая точность оценки температурных сигналов, оперативность, высокая производительность дистанционный характер испытаний.

Условно различают пассивный и активный ТК. Пассивный ТК не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия, в то время как активный ТК предполагает нагрев объекта внешними источниками.

Активный метод ТК применяется в тех случаях, когда объект испытаний характеризуется однородным температурным полем (чаще всего, равным температуре окружающей среды). При активном методе ТК, объект нагревают различными внешними источниками. Типичными

объектами, контролируемые данным методом многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты, требующие внешней тепловой нагрузки[1].

К полимерным композитам интерес в России особенно возрос в последние годы на фоне экономической стабилизации и определенного возрождения российского военного и авиакосмического комплекса, а также гражданской авиации, ядерной энергетики, судостроения и автомобилестроения. В ведущих западных странах этот интерес возрастал в такт с общим ростом объема применения композитов. В военной авиации объем применения композитов уже в настоящее время превышает 80 %, соответственно все больше этих материалов используют в автомобилестроении. В промышленности чаще всего применяют стеклопластиковые, углепластиковые и углерод-углеродные (УУ) композиты, боро- и органопластики, а также изготовленные из них многослойные и сотовые несущие элементы. Процесс изготовления таких материалов и эксплуатация изготовленных из них изделий сопровождаются появлением макро- (расслоения, непроклеи, прожоги вследствие ремонта) и микро-дефектов (разрывы волокон, микротрещины связующего и др.). Кроме того, компактно расположенные микродефекты могут образовывать макроповреждения, например, ударные повреждения, представляющие собой агломерат микро- и макро-трещин, расположенных специфическим образом относительно точки удара. Соответственно до 50 % разрушения материалов при эксплуатации самолетов приходится на композиты. При этом значительное число повреждений связано с низкоэнергетическими ударами, которые имеют место в зонах погрузки багажа, посадки пассажиров, а также вследствие воздействия града. Высокоэнергетические повреждения, например, образующиеся в результате столкновения с птицами, хорошо видны невооруженным глазом и немедленно ремонтируются, тогда как низкоэнергетические дефекты обычно не обнаруживаются визуально и представляют опасность в ходе последующей эксплуатации самолетов.

Классический ТК, применяющий, как правило, оптический нагрев, позволяет обнаруживать дефекты относительно большой площади ( $> 1 \text{ см}^2$ ), создающие значительное тепловое сопротивление потоку нагрева. Предельная глубина обнаружения обычно составляет 3-5 мм в односторонней процедуре и 5-15 мм в двухсторонней процедуре (для дефектов малой площади)[2].

Недостатками оптического нагрева являются: 1) низкая эффективность нагрева светлоокрашенных материалов, отражающих излучение нагрева видимого и ближнего инфракрасного (ИК)

диапазонов; 2) наличие мощного отраженного излучения после выключения источника, что существенно ухудшает эффективность ТК в односторонней процедуре. Некоторые недостатки ТК могут быть преодолены, комбинируя тепловизионный способ регистрации с вихретоковым или ультразвуковым (УЗ) нагревом. В частности, УЗ стимуляция позволяет обнаруживать скрытые трещины в металлах и неметаллах, не выявляемые при поверхностном нагреве.

На данном этапе были проведены предварительные эксперименты.

Были проведены испытания оборудования и проверена возможность применения тепловизионного контроля для контроля ударных повреждений в композитах.



Рисунок 2. Экспериментальная установка для тепловизионного контроля композитов: 1- тепловизор NEC 9100, 2- углепластиковый образец, 3- галогенная лампа на 1 кВт.

Для испытания метода были использованы пластины из углепластика с повреждениями нанесенными с различными энергиями удара (10 и 40Дж) (рис. 3).

Для получения термограмм, образцы подвергались нагреву с помощью галогеновой лампы мощностью 1 кВт в течении 5 секунд и снимались тепловизором в течении 30 секунд с частотой кадров 10 Гц. Таким образом, получили 300 изображений с термограммой углепластиковых образцов.



Рисунок 3. Пластины из углепластика.

Далее, с помощью программы ThermoFit Pro был проведен анализ образцов по критерию сигнал/шум (рис. 4). На образце с энергией удара равной 40 Дж, отношение сигнал/шум выше, чем на образце с энергией удара в 10 Дж.

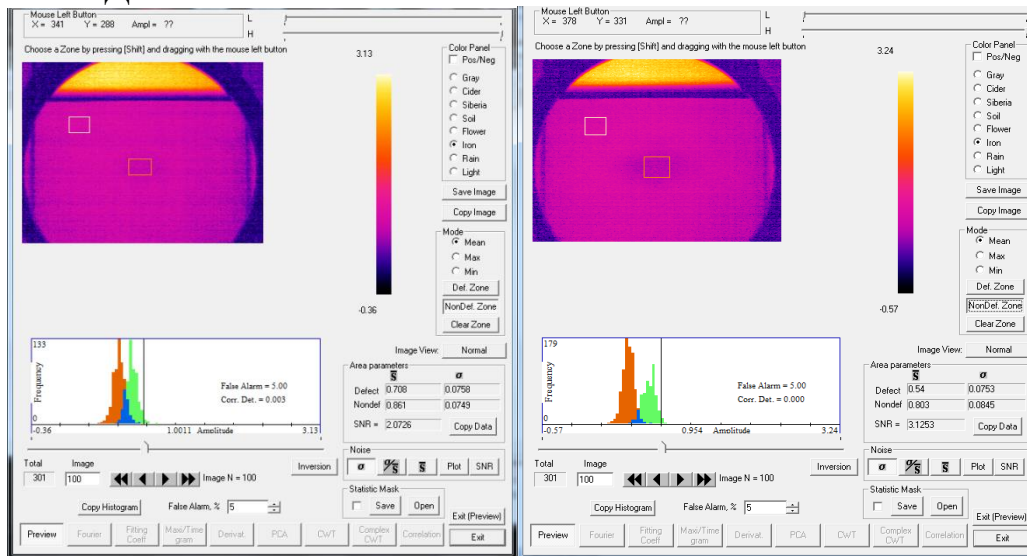


Рисунок 4. Термограммы углепластиковых образцов с энергией удара 10 и 40 Дж соответственно.

В дальнейшем планируется провести эксперименты на большем количестве образцов для получения более точных результатов. Планируется использовать образцы с более широким диапазоном энергии ударов.

## Список информационных источников

1. <http://www.ntcexpert.ru/teplovoj-kontrol>
2. Тепловой контроль композиционных материалов в авиакосмической промышленности: возрождение интереса и направления применения / В. П. Вавилов [и др.] // В мире неразрушающего контроля. - 2014. - № 2. - С. 47-52.
3. Thermal NDT of Composites in the Aero Space Industry: A Quantitative Approach// [http://www.ndt.net/events/ECNDT2014/app/content/Paper/211\\_Vavilov.pdf](http://www.ndt.net/events/ECNDT2014/app/content/Paper/211_Vavilov.pdf)

## О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ

*Ералинова Г.М.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Федоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Для организации лабораторных работ с научно-исследовательским содержанием используется координатно-сверлильный, фрезерный станок, изготовленный магистром кафедры «Приборостроение» КарГТУ Берденниковым Д.

Станок собран в основном из заводских заготовок, только несущий каркас собран из ДСП-плиток толщиной 20мм.

Габаритные размеры составляют 594х492х416 мм. Размеры рабочего поля по ХУ равны 240х100мм, движение по оси Z РАВНО 140мм.

Рабочий орган представляет собой патрон, в который можно зажать режущий инструмент (сверло или фреза и др.).

Специальный шаговой двигатель обеспечивает вращение инструмента до 12000 об/мин.

Обрабатываемая деталь (печатная плата) устанавливается и закрепляется на горизонтальном столе, который может «вперед- назад» (ось Х).

Передвижение «вправо- влево» по оси Y обеспечивается вертикально расположенным суппортом, на нем же обеспечивается передвижение сверла «вверх-вниз», по оси Z.[1]

Все передвигающиеся площадки установлены на алюминиевые направляющие пары, само передвижение выполняется резьбовыми стрежнями, приводимые во вращение индивидуальными шаговыми