

Таким чином, порівняно з варіантом *в*, котрий слід розглядати як базовий, кількість контейнеровозів, потрібних для перевезень контейнерів із посылками, за варіантами *а* і *б* скорочується відповідно в 2,0 і 1,5 раза.

### Висновки

1. Для з'єднання КПМ між собою доцільно створити ЦТВ, розташований поблизу м. Умань, де перетинаються основні автомобільні шляхи України Північ — Південь і Схід — Захід.
2. Застосування КПМ, з'єднаних через ЦТВ, дозволяє суттєво зменшити сумарний показник ТКМ і кількість контейнеровозів для перевезень контейнерів із посылками, а разом із цим і витрати на перевезення посилок, що має надзвичайно велике значення з огляду на стрімке зростання їхніх обсягів.
3. Раціональне взаємне розташування контейнеровозів на КПМ дозволяє розподілити в часі обмінювання контейнерів із посылками в ЦТВ за бажаним графіком.
4. Упровадження кільцевого конвеєра для транспортування контейнерів із посылками в ЦТВ дає змогу значною мірою механізувати виробничий процес обмінювання цих контейнерів.
5. Зі зростанням міжвузлових потоків посилок стає доцільним розбиття вузлів МПЗ на групи, розташовані на КПМ малої, середньої та великої протяжності, а також упровадження скорочених часових діаграм проходження відповідних КПМ.

### Література

1. Ящук, Л. О. Оптимізація пересилання поштових посилок в Україні / Л. О. Ящук // Зв'язок.— 2013.— № 5.— С. 30–40.

Л. К. Бугеда, Л. Е. Ящук

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПОСЫЛОК КОЛЬЦЕВЫМИ ПОЧТОВЫМИ МАРШРУТАМИ

Рассмотрены вопросы сокращения стоимости контейнерных перевозок посылок кольцевыми почтовыми маршрутами за счет минимизации показателя тонно-километры и количества используемых контейнеровозов.

**Ключевые слова:** почтовые посылки; почтовые контейнеры; КПМ; показатели ТКМ; центральный транзитный узел; временные диаграммы прохождения КПМ.

L. K. Bougeda, L. O. Yaschuk

#### INCREASING OF EFFICIENCY OF PARCELS CONTAINER TRANSPORTING ACROSS CERCULAR POSTAL ROUTS

It's shown that the value of parcels transporting across cercular postal routs can to short if reduce to minimum the indicator tonna-kilometers and namber of container locomotives.

**Keywords:** postal parcels; postal container; cercular postal routs (CPR); tonna-kilometers indicators; central transit junction; passing CPR time diagrams.

УДК 629.7.083

И. В. МУНШТУКОВ, А. Л. ПУЗЫРЕВ, В. В. УШАКОВ,

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

## Возможности применения инфракрасной эходефектоскопии для контроля элементов конструкции планера самолета в условиях эксплуатации

Показано, что в условиях эксплуатационных предприятий применение существующих методов диагностики для контроля элементов конструкции планера самолета, изготовленных из полимерных композиционных материалов, не всегда эффективно. Для такого контроля предлагается использовать метод инфракрасной эходефектоскопии. Представлены принципиальная схема и устройство, собранное на ее основе. Работоспособность данного метода подтверждена принципиальной возможностью диагностирования повреждений стеклопластиков с его применением.

**Ключевые слова:** композиционные материалы; инфракрасное излучение; эходефектоскопия.

### Постановка задачи

Полимерные композиционные материалы (ПКМ), в частности стеклопластики, все более широко применяются в авиационной промышленности. Особенно это касается используемых в учебных целях лег-

ких и сверхлегких самолетов, конструкция планера которых уже сегодня более чем на 80% состоит из стекло- и углепластиков [1; 2].

Применение композитов, отличающееся многими преимуществами, характеризуется также и

существенными недостатками, в частности уязвимостью относительно ударных нагрузок и недостаточной влагостойкостью.

Среди всех дефектов, встречающихся в элементах конструкции планера самолета из ПКМ, львиную долю (до 45%) составляют расслоения и отслоения от основы [3; 4].

Следует также отметить недостаточную контролепригодность изделий из ПКМ вследствие особенностей их физических характеристик, а также ввиду отсутствия стандартов на состав и технологию изготовления композитов.

В условиях эксплуатации, как правило, недоступны сложные комплексы неразрушающего контроля ПКМ (рентгеновское оборудование, спекл-интерферометры, тепловизоры и т. п.).

Именно поэтому наибольшее распространение получили сегодня методы неразрушающего контроля стеклопластиковых конструкций в процессе их эксплуатации — *ультразвуковой метод*, *метод свободных колебаний (низкоскоростного удара)* и *визуально-оптический*.

Что касается *ультразвукового метода*, то он наряду с преимуществами, обеспечившими ему широкое распространение, имеет важные эксплуатационные недостатки, такие как необходимость подготовки поверхности для проведения контроля, недостаточная скорость проведения контроля, возможность внесения «ошибки оператора», необходимость привлечения специально обученного персонала, высокая стоимость диагностического оборудования.

Метод *низкоскоростного удара*, как и метод *визуально-оптический*, хотя они и предписаны руководящей документацией на некоторых самолетах в качестве основных методов диагностики [5], являются весьма субъективными. Оценка фактического технического состояния ПКМ при помощи указанных методов в значительной степени зависит от физиологических особенностей оператора (острота зрения, слуха) и условий внешней среды (освещенность), ввиду чего не обеспечивается обнаружение скрытых дефектов ПКМ с требуемой точностью.

В связи со сказанным возникает необходимость создания *метода неразрушающего контроля для выявления дефектов расслоения и отслоения на качественном уровне в условиях эксплуатации*.

#### Физические принципы инфракрасной эхodefектоскопии

В качестве такого метода предлагается *метод инфракрасной (ИК) эхodefектоскопии*, принадлежащий семейству оптических методов и основанный на использовании законов взаимодействия ИК излучения с контролируемым объектом.

Основное преимущество метода в сравнении с традиционными оптическими заключается в том, что композиционные материалы, непрозрачные для видимого света, являются оптически прозрачной средой для излучения в ИК спектре, а это позволяет выявлять подповерхностные дефекты материала, а также проводить контроль скрытых полостей.

Для реализации метода дефектоскопии можно воспользоваться системой, построенной по следующему принципу (рис. 1). С целью получения дефектоскопической информации проводится регистрация изменения пространственно-временного распределения амплитуды, частоты и фазы ИК излучения при взаимодействии его с объектом контроля в соответствии с явлениями интерференции, дифракции, поляризации, преломления, отражения, поглощения, рассеяния и дисперсии оптического излучения [1].

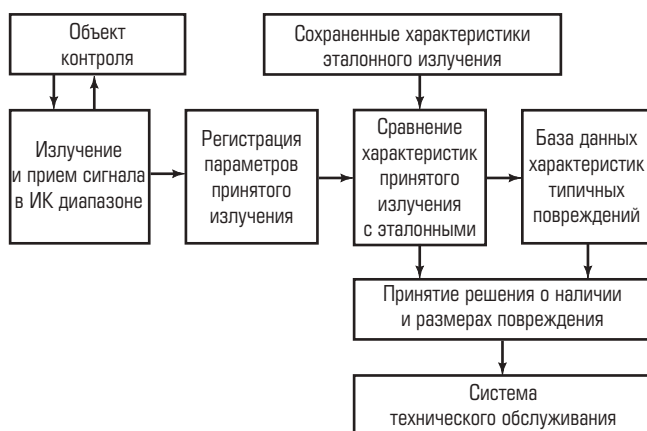


Рис. 1. Система инфракрасной эхodefектоскопии

Очевидно, что наличие механических дефектов (как поверхностных, так и скрытых), неоднородностей материала, а также инородных включений будет влиять на оптические свойства контролируемого материала.

Таким образом, для определения фактического технического состояния материала необходимо качественно и количественно сравнить характеристики ИК излучения после взаимодействия с бездефектным и дефектным участками конструкции.

#### Описание устройства для инфракрасной эхodefектоскопии

В общем случае, диагностическая система с использованием ИК излучения состоит из следующих основных элементов (рис. 2):

- задающего генератора;
- ИК излучателя;
- ИК детектора;
- аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- индикатора.

Диагностическая система работает по принципу «на отражение».

Задаючий генератор управляет работой ИК излучателя, обеспечивая выдачу импульсов излучения определенной амплитуды на длине волны порядка 620...1000 нм с частотой 5...10 кГц.

Импульс направляется на объект контроля, где, в соответствии с законами отражения, преломления и поглощения излучения, претерпевает изменение, пропорциональное характеристикам структуры материала.

Прошедший через материал объекта контроля импульс излучения регистрируется ИК детектором и преобразуется с помощью АЦП для дальнейшего анализа при помощи индикатора. При этом ИК детектор синхронизируется с частотой излучателя.

Высокая частота следования диагностических импульсов обеспечивает помехозащищенность системы от природного инфракрасного излучения и компенсирует возможные ошибки оператора при проведении контроля.



Рис. 2. Принципиальная схема инфракрасного эходефектоскопа

**Практическая реализация инфракрасного эходефектоскопа**

Согласно сказанному создано экспериментальное устройство для подтверждения возможности осуществления неразрушающего контроля стеклопластиков методом ИК эходефектоскопии, включающее в себя задающий генератор, генератор импульсов, экранированный ИК излучатель, приемник излучения, полосовой фильтр и анализатор принятого сигнала (рис. 3).

В качестве индикатора выходного параметра применен цифровой вольтметр типа ХВ-868.

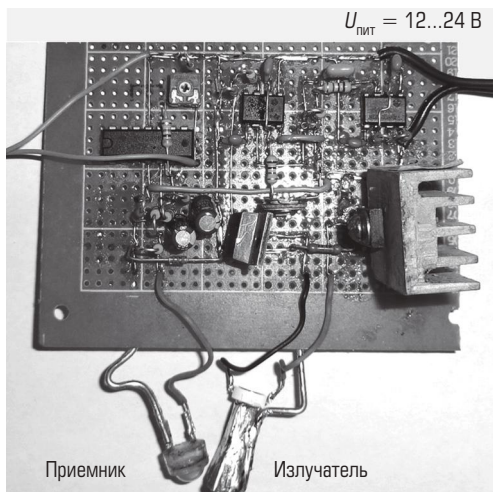


Рис. 3. Общий вид экспериментального устройства

Указанное устройство выдает на инфракрасный светодиод импульсы тока амплитудой 700 мА с частотой от 1 до 10 кГц. Частота следования импульсов регулируется в ручном режиме, девиация частоты и амплитуды в диапазоне напряжения питания 12...24 В не превышает 0,05%. Потребляемая мощность устройства 14 Вт.

Для подтверждения работоспособности устройства проведены экспериментальные работы по исследованию изменения интенсивности сигнала ИК спектра при прохождении его через образец конструкционного стеклопластика.

Был исследован образец стеклопластика 185 × 38 × 3 мм, имеющий искусственно введенный дефект «расслоение» размером 50 × 38 мм (рис. 4).

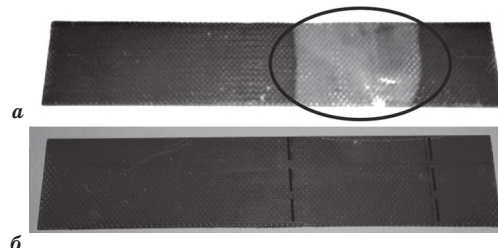


Рис. 4. Образец стеклопластика с зоной расслоения (изображение а), на обратной стороне которого (изображение б) пунктиром отмечена проекция дефектного участка

При сравнении интенсивности излучения, прошедшего бездефектный участок образца (показания вольтметра 2,337 В), и участок с дефектом (показания вольтметра 3,141 В), установлено изменение диагностического параметра на 28%, выходящее за пределы уровня фонового шума (рис. 5).

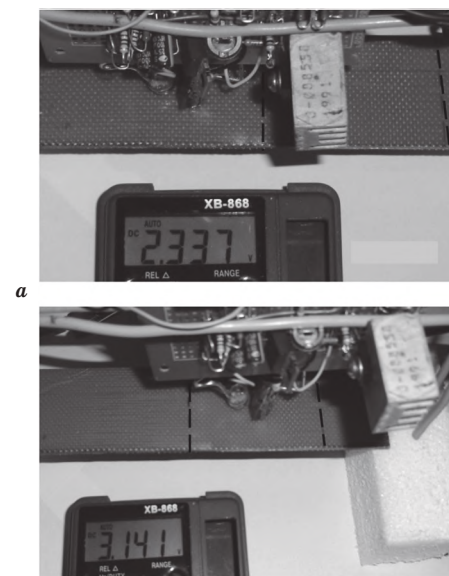


Рис. 5. Замеры диагностического параметра: а — бездефектный участок; б — участок с дефектом (ограничен пунктиром)

Следовательно, наличие дефекта в материале приводит к изменению диагностического параметра.

**Выводы**

Експериментально доказана можливість не-разрушаючого контролю склопластиків (входящих в групу ПКМ) методом інфрачервоної еходефектоскопії, котрий завдяки якостивному определению дефектов может быть применен на експлуатаційних підприємствах для експрес-діагностики елементів планера самолета.

В этой связи следует отметить ряд проблем, требующих первоочередного решения:

- 1) определение оптимального угла введения излучения в материал;
- 2) нахождение оптимальной длины волны излучения;
- 3) установление максимальной разрешающей способности устройства;
- 4) выявление влияния лакокрасочных покрытий на результаты контроля.

**Литература**

1. **Белокур, И. П.** Основы дефектоскопии: учебник / И. П. Белокур.— К.: Азимут-Украина, 2004.— 496 с.
2. **Нацубидзе, С. А.** Перспективы применения полимерных композиционных материалов в конструкции планера современных воздушных судов /С. А. Нацубидзе//Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России: сб. тр. Всерос. науч.-практ. интернет-конференции преподавателей, науч. работников и аспирантов.— Иркутск.: ИФ МГТУ ГА, 2012.— С. 56–64.
3. **Куликов, В. В.** Анализ типов дефектов в клеевых соединениях авиационной техники и их ремонт/В. В. Куликов, А. П. Петрова// ВИАМ 210-205708, 2010.— 11 с.
4. **Мурашов, В. В.** Дефекты монолитных деталей и многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов и методы их выявления / В. В. Мурашов, А. Ф. Румянцев // Контроль. Диагностика.— 2007.— № 5.
5. **Руководство** по летной эксплуатации DA 40 NG; введ. 2010-04-19. DIAMOND AIRCRAFT INDUSTRIES GMBH. AUSTRIA.— 2010.

I. V. Munshukov, O. L. Puzyryov, V. V. Ushakov

**МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ЕХОДЕФЕКТΟΣКОПІЇ  
ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАКА В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Показано, що в умовах експлуатаційних підприємств застосування існуючих методів діагностики для контролю елементів конструкції планера літака, виготовлених із полімерних композиційних матеріалів, не завжди ефективне. Для такого контролю запропоновано використовувати метод інфрачервоної еходефектоскопії. Подано принципову схему та пристрій, зібраний на її основі. Роботоздатність підтверджено принциповою можливістю діагностування пошкоджень склопластиків за його допомогою.

**Ключові слова:** композиційні матеріали; інфрачервоне випромінювання; еходефектоскопія.

I. V. Munshukov, A. L. Puzyryov, V. V. Ushakov

**POSSIBILITY OF USING INFRARED TESTING OF THE ELEMENTS OF AIRFRAMES OF AIRCRAFTS DURING EXPLOATION**

It is shown that, in the operating businesses use existing diagnostic methods for control of airframe components of the aircraft, from polymeric composite materials are not always effective. To control these materials are encouraged to use the method of infrared flaw detection. A schematic diagram of the device and collected under it. Shows the performance and the fundamental possibility of diagnosing damage fiberglass using this method.

**Keywords:** composite materials; infrared radiation; infrared flaw detection.

УДК 534.852.621.318.13

Г. М. РОЗОРИНОВ, д-р техн. наук, професор;

МАСУД МАХДЖУБІАН, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## МАГНІТНІ ГОЛОВКИ ДЛЯ НАДВИСОКОЩІЛЬНОГО ЗАПИСУ

**Досліджуються високомоментні матеріали, які є одним із можливих технологічних вирішень для забезпечення високої щільності запису в цифрових нагромаджувачах. Поверхневої щільності понад 200 кбіт/мм<sup>2</sup> було досягнуто при поздовжньому запису з використанням конструкції записувальної головки з плоским верхнім полюсом. Із метою посилення магнітних властивостей робочих шарів носіїв для перпендикулярного запису виду Fe-Co-B рекомендовано використовувати додаткові підшари складу Ni-Fe. Ці підшари ефективно зменшують коерцитивну силу та збільшують площинну магнітну анізотропію.**

**Ключові слова:** високомоментний матеріал; коерцитивна сила; магнітна анізотропія; перпендикулярний запис; поверхнева щільність запису.

**Вступ**

Використання високомоментних матеріалів в індукційних записувальних головках є обов'язковою умовою для досягнення надвисокої поверхневої щільності поздовжнього та перпенди-

кулярного запису. У цій статті обговорюються магнітні властивості високомоментних осаджених плівок. Сучасні конструкції головок і прогресивні тонкоплівкові технології дозволяють успішно впроваджувати такий тип матеріалів.