

Средства НК

## Application of Multiple-Purpose Portable Eddy Current Flaw Detectors in Aviation Industry

**D. A. Bykov, Yu. G. Vasenev**

Application results of eddy current instruments manufactured by Rohmann Corporation at for parts and components of airplanes are presented. The solutions of wide spectrum of tasks with usage of modern probes are described in the article.

# Применение универсальных портативных вихретоковых дефектоскопов в авиации

24

При эксплуатации воздушных судов гражданской авиации (ГА) вследствие воздействия эксплуатационных нагрузок, а также по причине технологических изъянов могут возникать различные виды дефектов в деталях и узлах самолетов.

Основными видами дефектов являются усталостные трещины, стресс-коррозионные растрескивания, различные виды коррозии. Одной из главных задач контроля в авиационной промышленности является своевременное обнаружение несплошностей на ранней стадии их развития.

Для решения сложных задач контроля авиационной техники фирмой

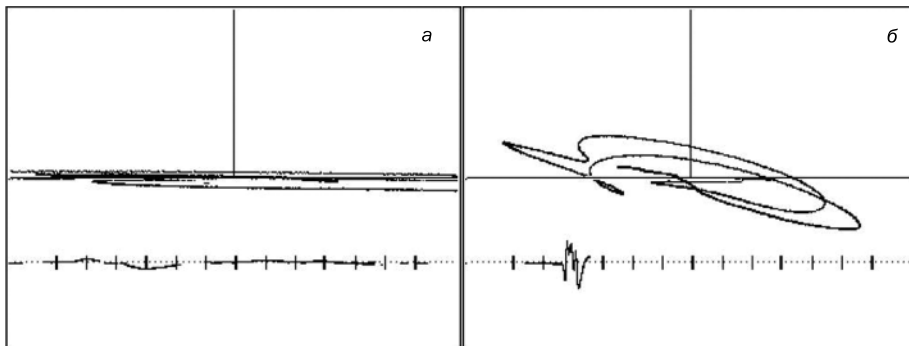


Рис. 1. Сигнал при перемещении и покачивании датчика по бездефектному участку ОК (а) и по участку с продольной трещиной (б) при  $f = 1$  МГц; полном усилении 45 дБ с использованием дифференциального датчика

### Об авторах

Коллектив сотрудников ЗАО «ПАНТЕСТ», г. Москва:



**Быков**  
**Денис Александрович**

Ведущий специалист по вихретоковому контролю.

**Васенев**  
**Юрий Григорьевич**

Главный специалист по НК, к. т. н.



Рис. 2. Контроль качалки переднего шасси самолета Ту 154

Rohmann GmbH (Германия) были разработаны универсальные вихретоковые дефектоскопы ELOTEST M2V3 и ELOTEST M3. Общий вид приборов приведен на с. 25. Они имеют схожие характеристики за некоторым исключением. У ELOTEST M3 более мощный генератор возбуждения преобразователя.

Основными отличительными особенностями этих приборов являются: широкий

частотный диапазон 10 Гц – 12 МГц, регулировка усиления 120 дБ при высоком отношении сигнал/шум, настройка фильтров в диапазоне 0 – 10 кГц. Приборы имеют функцию измерения толщины непроводящего покрытия на металлических неферромагнитных материалах, а также измерения проводимости неферромагнитных материалов. Дефектоскопы имеют прочное конструктивное исполнение

и позволяют работать при температурах до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Время непрерывной работы от аккумуляторов ELOTEST M2 V3 около 8 ч, ELOTEST M3 около 4,5 ч.

Имея за плечами многолетний опыт производства вихрековых приборов и их применения в авиации, фирма Rohmann уделяет особое внимание датчикам – одному из наиболее важных средств контроля. В настоящее время в

программе поставок насчитывается несколько сотен типов вихрековых датчиков.

Высокие характеристики приборов, правильный выбор датчика и расширенные возможности настроек (порогов, фильтров, частот, фазы и др.) позволяют обнаруживать небольшие дефекты при отстройке практически от любых мешающих факторов.

На базе Научного Центра ПЛГВС ГосНИИ ГА были проведены испытания по определению возможностей этих дефектоскопов при контроле деталей механизмов самолетов, имеющих естественные эксплуатационные дефекты.

На рис. 1 показано выявление трещины карандашным датчиком в резьбовой части конья лопасти воздушного винта самолета Ан-24 и отстройка от сигнала

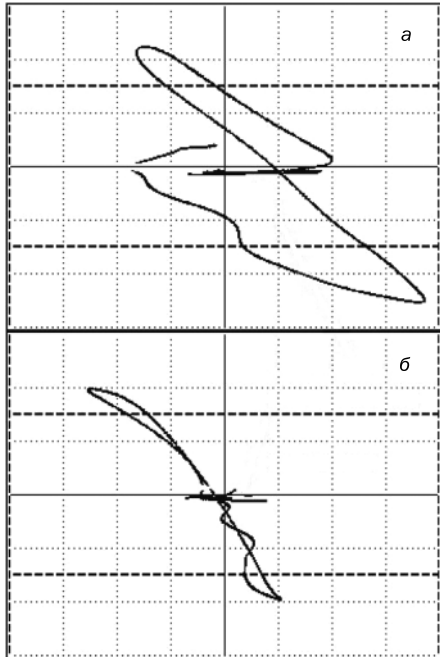


Рис. 3. Сигнал от трещины на прямом участке (а) и от трещины на галтельном переходе (б) качалки переднего шасси самолета Ту 154 при  $f = 1,9\text{ МГц}$ , полном усилении 68 дБ с использованием абсолютного датчика

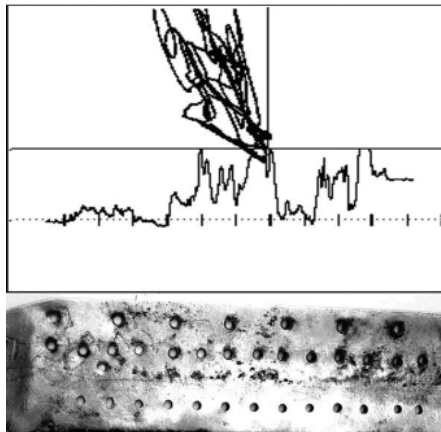


Рис. 4. Выявление коррозии на обратной стороне обшивки крыла самолета Ту 154 ( $f = 30\text{ кГц}$ , полное усиление 40 дБ, абсолютный датчик)

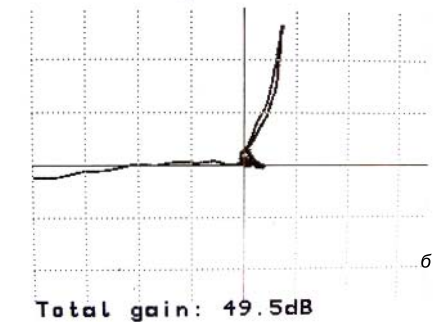
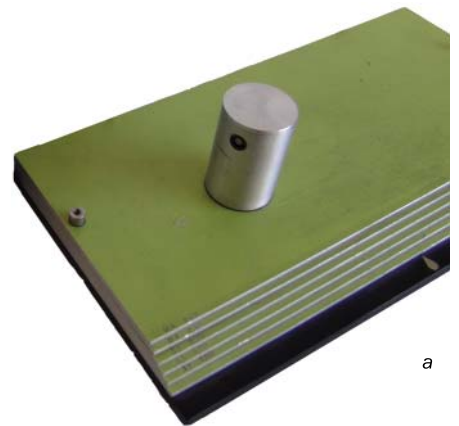


Рис. 5. Специальный датчик для поиска дефектов на большой глубине (а) и сигнал с прибора М3 от протяженной трещины высотой 2 мм на глубине 25 мм в алюминии (б) ( $f = 30\text{ Гц}$ , полное усиление 45,5 дБ, абсолютный датчик)



Рис. 6. Примеры применения внутренних роторных датчиков для контроля лопаток и колес (слева) и роторных дисковых накладных датчиков для контроля винтов и обшивки самолетов (справа)

при перемещении и покачивании датчика во впадине резьбы. По результатам можно судить о четком выявлении дефекта и отсутствии ложных сигналов.

Немаловажной проблемой является также отстройка от мешающих факторов при контроле деталей сложной геометрии. Для этих целей возможно применение датчиков для контроля труднодоступных поверхностей (рис. 2, 3).

Кроме построения сигнала в комплексной плоскости, дефектоскопы имеют функцию вывода и записи сигнала в режиме временной диаграммы. Это дает возможность определить протяженность дефектов и оценить характер изменения сигнала за определенный промежуток времени (рис. 4).

При поиске коррозии и трещин с обратной стороны обшивки самолетов необходимо обеспечить большую глубину проникновения электромагнитного поля и высокий уровень усиления полезного

сигнала. Кроме того, иногда необходимо отстроиться от мешающего фактора в виде стыка листов в верхнем или в близком к поверхности контроля слое. С такой задачей справляются специальные датчики, которые позволяют уверенно обнаруживать дефекты на большой глубине (рис. 5). А, применяя мультидифференциальные датчики сложной конструкции, можно отстраиваться от изменения



Рис. 7. Сигнал от естественной трещины в крепежном отверстии опоры крепления подкосов самолета Ту 154 ( $f = 550$  кГц, полное усиление 28,5 дБ, дифференциальный вращающийся датчик)

толщины слоев обшивки, изменения толщины покрытия и других мешающих факторов.

Важной функцией является возможность использования с дефектоскопами роторных датчиков для контроля крепежных и заклепочных отверстий деталей, охлаждающих отверстий лопаток турбин, отверстий в колесах самолетов и др. (рис. 6). С использованием прецизионных технологий изготавливаются ручные роторные датчики диаметром от 0,8 до 100 мм со скоростью вращения от 900 до 2700 об/мин. При контроле ручным ротором на экран дефектоскопа выводится комплексный вид сигнала от дефекта и его положение по углу (рис. 7, 9). Развертка по углу синхронизируется автоматически частотой оборотов ротора.

Обеспечить удобство и высокую скорость контроля больших площадей позволяет применение накладных преобразователей, расположенных на вращающемся диске (рис. 8). В этом случае используется миниатюрный датчик (диаметром 1,5 – 3 мм), что обеспечивает высокую чувствительность и локальность для выявления небольших дефектов. При этом за счет высокой скорости вращения обеспечивается сканирование поверхности с зоной контроля, равной диаметру диска. Кроме того, значительно уменьшается вероятность пропуска дефекта по сравнению с карандашными и многоэлементными датчиками за счет многократного пересечения дефектного участка преобразователем за один проход. Тем самым,

имея один канал ручного дефектоскопа ELOTEST M2V3 или M3 и вращающийся датчик, можно в некоторых случаях отказаться от применения многоэлементных преобразователей. На рис. 9а показан образец с 3 рисками: длинная продольная глубиной 0,5 мм; идущая от отверстия; рядом продольная 0,2 мм глубиной и 4 мм длиной; и левее – поперечная 0,2 мм глубиной и 8 мм длиной.

кового контроля благодаря высоким характеристикам и универсальным датчикам широкого диапазона применения. Развитая технология роторных датчиков значительно расширяет диапазон применения дефектоскопов ELOTEST M2V3 и M3. В отличие от громоздких многоканальных систем, высокая скорость и достоверность контроля стала доступна с применением легких портативных при-

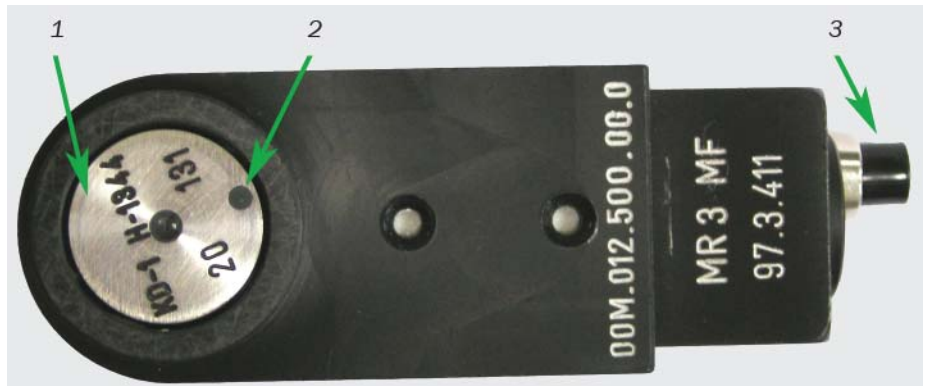


Рис. 8. Ротор с датчиком на вращающемся диске: 1 – вращающийся диск, 2 – датчик, 3 – кнопка включения

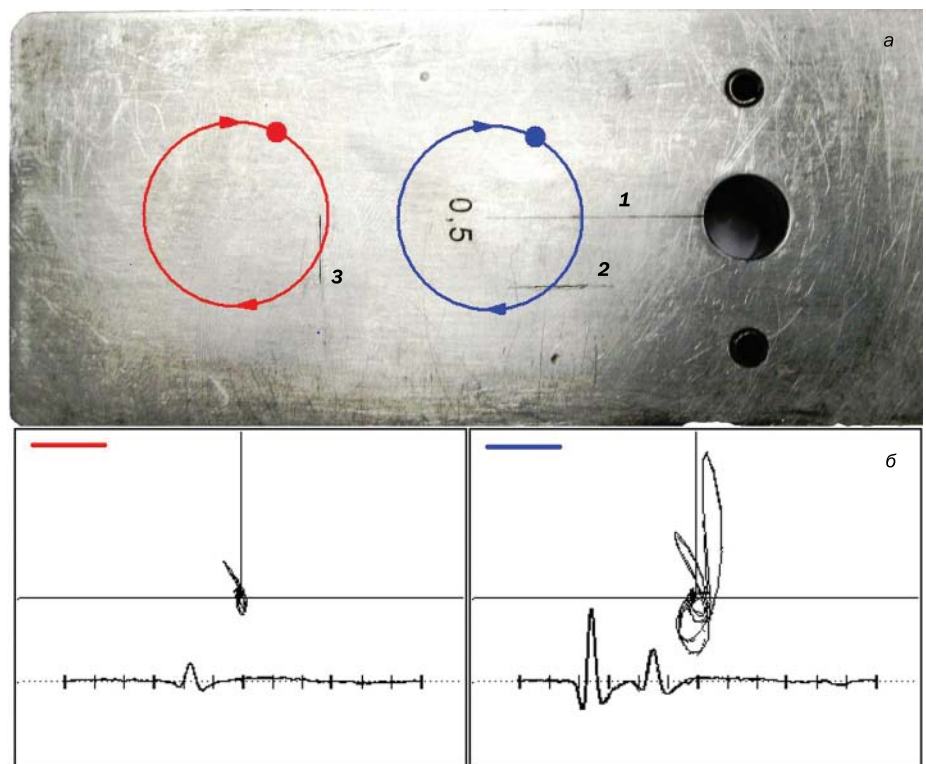


Рис. 9. Образец с 3 рисками: 1 – 0,5/25 (глубина/длина) мм, 2 – 0,2/4 мм, 3 – 0,2/8 мм и траектории сканирования датчика (а); сигналы от 3 рисок при указанных положениях датчика (б) при  $f = 460$  кГц, полном усилении 50 дБ с использованием дифференциального вращающегося датчика

Траектория вращения датчика в определенный момент времени и сигналы от этих рисок показаны на рис. 9б.

**Заключение**

Применение портативных вихретоковых дефектоскопов в авиации позволяет решить самые сложные задачи вихрето-

боров, что подтверждается практикой их применения в течение многих лет ведущими мировыми авиационными компаниями.

Статья получена 12 мая 2009 г., в окончательной редакции 4 июня