

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ДИСКОВ ГТД ПС-90А

И.С.БЫЗОВ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15

«Пермский моторный завод» - один из центров разработки и производства высокоэффективных газотурбинных двигателей для военной и гражданской авиации. На ПМЗ создан высокоэффективный ГТД ПС-90А для магистральных самолетов, который не уступает по техническому уровню лучшим мировым аналогам.

Повышенные требования к качеству металла дисков турбины высокого давления двигателя ПС-90А, их высокая стоимость, а также большие геометрические размеры и сложная форма, выдвигают необходимость дальнейшего развития и применения современных методик и средств неразрушающего контроля, в том числе ультразвукового метода контроля заготовок дисков с минимальными припусками на механическую обработку.

Одной из проблем ультразвуковой дефектоскопии деталей и узлов авиационных двигателей является повышение ее надежности [1]. Основными направлениями повышения эффективности контроля являются:

3. автоматизация контроля заготовок дисков;
4. обеспечение 100% объема прозвучивания заготовок и готовых дисков;
5. повышение чувствительности и разрешающей способности метода;
6. повышение достоверности результатов контроля, сокращение времени проверки заготовок дисков.

Решение этих задач повысит объективность оценки качества материала и уменьшит стоимость детали.

Контролю подвергаются: диски 1-ой и 2-ой ступеней, диски промежуточные: передний и задний, дефлектор, изготовленные из жаропрочного никелевого сплава методом порошковой металлургии.

Контролю подвергаются ступица со стороны центрального отверстия, торцевой и конусной поверхностей; диафрагма; обод; область крепёжных отверстий на диафрагме диска (рис.1). Технологией контроля предусматривается скорость сканирования не более 1м/мин.

Ручной способ контроля имеет низкую надежность и высокую

трудоемкость – до 26 нормо-часов для деталей различных типоразмеров. Кроме того, имеется опасность пропуска дефектов.

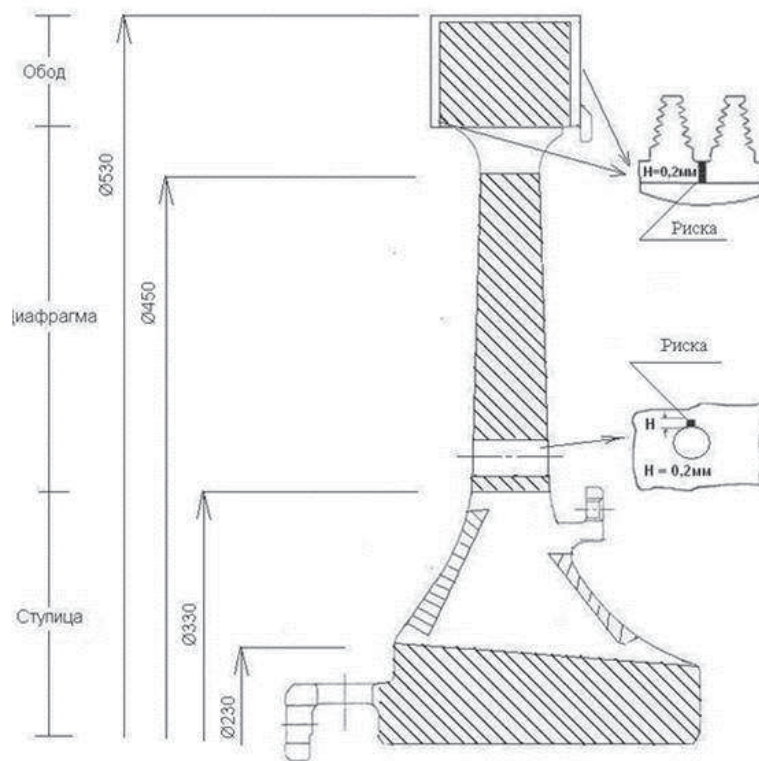


Рис.1. Зоны контроля дисков турбины 1-ой ступени

Производственный опыт ручной проверки дисков разного назначения выявил ряд факторов, которые ограничивают объём контроля и влияют на достоверность результатов:

1. Контрольдоступность диска в соответствии с разработанной технологией ограничена. Объём прозвучивания составляет не более 70...80%. К конструктивным элементам дисков, ограничивающим контроль, относятся: отверстия; замки; фланцы; фаски.

2. Достоверность результатов ручного контроля дисков во многом зависит от психоэмоциональной нагрузки и утомляемости зрения дефектоскописта, вызванных исключительно редким появлением случайных дефектов. С человеческим фактором связаны: нестабильность шага, скорости и траектории построчного перемещения пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП) по поверхности детали, низкая устойчивость акустического контакта между ПЭП и деталью.

Влияние человеческого фактора можно исключить, автоматизируя процесс ультразвукового контроля с применением иммерсионного ввода ультразвука в деталь. Однако сложная геометрическая форма ступицы и обода дисков не позволяет проводить сканирование всей поверхности детали.

Автоматизация имеет ряд дополнительных преимуществ: высокая и стабильная скорость сканирования при многочасовом режиме работы, возможность сохранения результатов контроля для их последующей обработки.

Фирмой ЗАО НПО ИНТРОТЕСТ изготовлен стенд для контроля дисков из жаропрочных сплавов СКД-1.

В состав стенда входят (рис.2):

- а) поворотный стол с двигателем для вращения диска;
- б) компьютер с ультразвуковым дефектоскопом;
- в) принтер для печати протокола контроля.

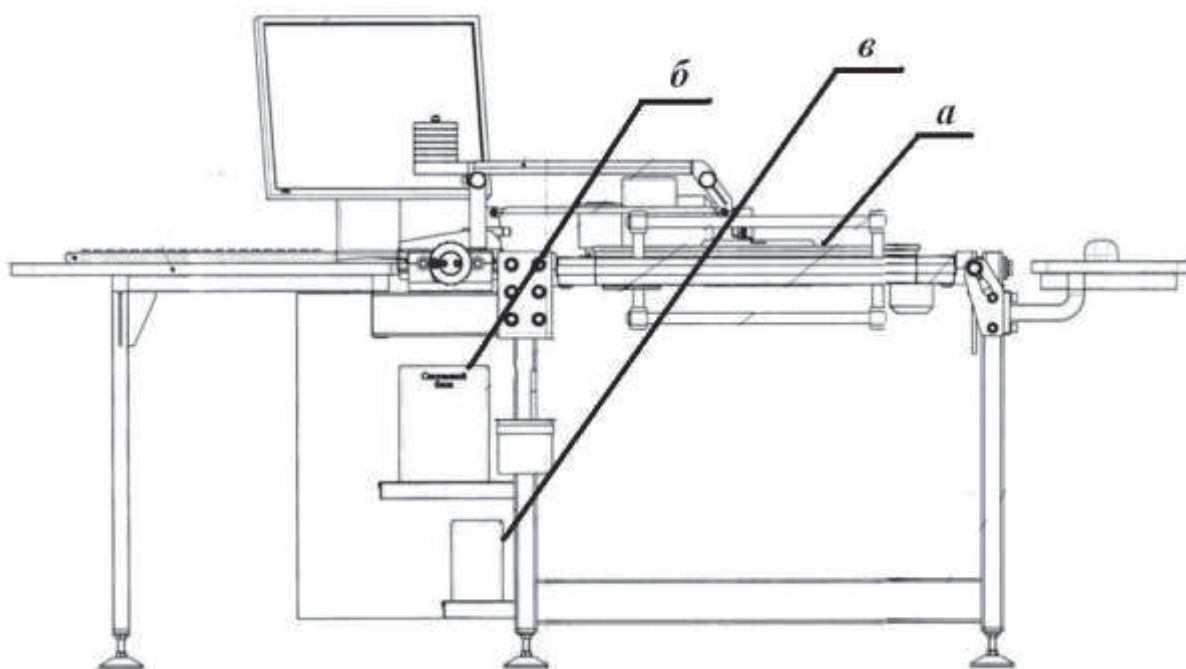


Рис.2. Установка для контроля дисков СКД-1

Ультразвуковой контроль осуществляется эхо-методом в механизированном контактном варианте.

В качестве контактной жидкости используется смазка ЦИАТИМ-201.

При контроле применяют пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП):

- а) прямые совмещённые «С» на частоту 5 МГц,
- б) миниатюрные раздельно-совмещённые «Р-С» на частоту 5.0 МГц,
- в) наклонные преобразователи «Н» с углом ввода 50° на частоту 5.0 МГц,

Работа со стендом СКД-1 ведется с помощью компьютерной «программы контроля».

Контроль полотна осуществляется наклонным «Н» ПЭП в двух встречных направлениях перпендикулярно радиусу диска с обеих торцевых поверхностей.

Контроль ступицы с торцевых поверхностей осуществляется прямым совмещенным «С» и раздельно-совмещенным «Р-С» ПЭП [2]

Данный стенд позволяет обеспечить требуемый шаг сканирования, что является преимуществом перед ручным контролем.

Изготовителем стенда предполагалось, что контролер помещает преобразователь в специальную оснастку и на протяжении всего контроля прижимает ПЭП рукой. Такой способ контроля не обеспечивает стабильность акустического контакта на протяжении всего времени контроля, а также способствует быстрой утомляемости контролера.

Для устранения этих недостатков было разработано и изготовлено приспособление для закрепления в нем ПЭП. Преобразователь устанавливается в рамку, закрепленную на манипуляторе стенда. При вращении диска ПЭП перемещается по смазанной контактной смазкой поверхности

Во время контроля поле на экране заполняется синим цветом. В случае появления пробелов в синем поле (вследствие нарушения акустического контакта или превышения шага сканирования) сканирование участка диска повторяется. Превышение амплитуды эхо-сигнала уровня фиксации в зависимости от амплитуды сигнала отображается желтым или красным цветом (рис.3).

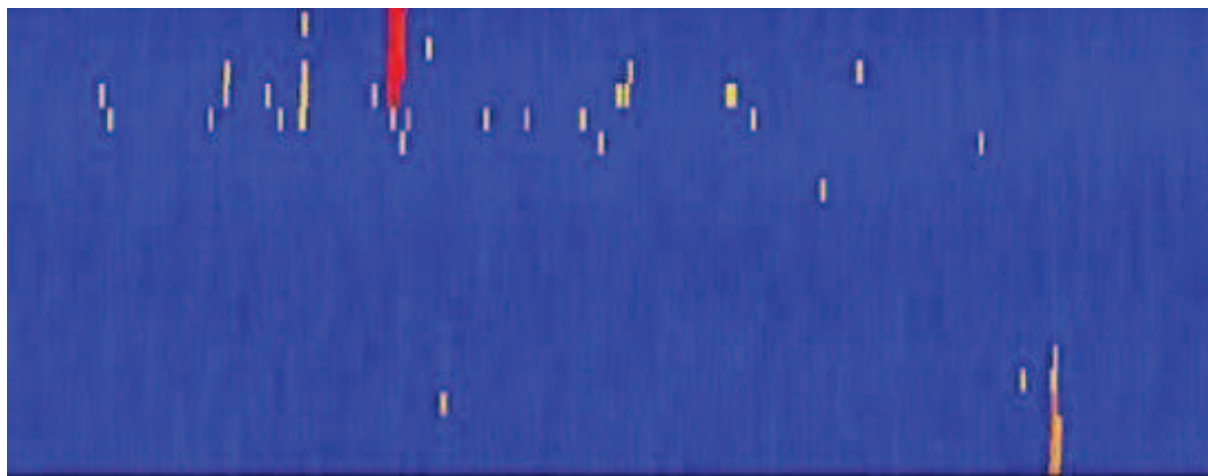


Рис.3. Поле контроля диска

Проверено 6 дисков промежуточных на наличие дефектов. Поиск дефектов у дисков осуществлялся с применением наклонного преобразователя с углом ввода 50° на частоте 5.0 МГц. Чувствительность прибора обеспечивала регистрацию сигнала от искусственного плоскодонного отражателя (ПО) \varnothing 0,8 мм, скорость сканирования – 1 м/мин, шаг сканирования – 1,5 мм. Получили, что с увеличением чувствительности дефектоскопа возрастает уровень шумов [3].

Забракованию подлежат детали, в которых обнаружены эхо-сигналы, равные или превышающие амплитуду сигналов от искусственных отражателей, расположенных на глубине, ближайшей к глубине залегания предполагаемого дефекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кретов Е.Ф.* Ультразвуковая дефектоскопия. М.: «СВЕН», 2007. 349 с.
2. *Ермолов И.Н., Рыжов-Никонов В.И.* Теория работы пьезоэлектрических искателей ультразвуковых дефектоскопов// Дефектоскопия. 2006. № 4. С. 35–44.
3. *Ермолов И.Н., Щербинский В.Г.* Измерение величины дефектов при ультразвуковой дефектоскопии// Дефектоскопия. 2004. № 6. С. 24–37.