

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» - ВИАМ)

НОМИНАЦИЯ

«За вклад в разработку нормативной базы в авиации и авиастроении»

Название работы: **Разработка национального стандарта ГОСТ Р по определению остаточных напряжений методом сверления отверстия.**

Возникновение внутренних напряжений в деталях авиационной техники может оказывать существенное влияние на их прочность, ресурс и даже коррозионную стойкость.

На стадии изготовления полуфабриката материала остаточные напряжения возникают от большого температурного градиента, свойственного процессам литья, закалки, сварки, термической и механической обработки полуфабриката. На стадии изготовления детали остаточные напряжения возникают от термической и механической обработки, в особенности при высоких скоростях фрезерования, а также от специфики конкретной технологии изготовления детали - например, от высокой скорости охлаждения материала при аддитивном производстве. При этом последующая термообработка не всегда применима, к примеру, из-за сложной геометрии изделия, или не всегда способна полностью устранить остаточные напряжения в изделии. На стадии сборки изделия от различий в допусках размеров сопрягаемых деталей или специфики сборки возникают монтажные напряжения.

Для оценки распределения напряжений по толщине материала в НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ разработан **ГОСТ Р 71316-2024 «Аддитивные технологии. Изделия, полученные методами аддитивных технологий. Определение остаточных напряжений методом сверления отверстия»**. Стандарт введен в действие с 15.04.2024 г.

Стандарт распространяется на металлические и неметаллические материалы и изделия из них, изготовленные в т.ч. по традиционным технологиям и позволяет проводить оценку остаточных и монтажных напряжений методом сверления зондирующего отверстия.

В качестве базового использован инвариантный к классу исследуемых конструкционных материалов метод сверления отверстий с «интегральным» расчетом – один из широко используемых за рубежом методов для определения остаточных напряжений по глубине. Метод основан на эффекте релаксации локальных напряжений в объеме материала у зоны его удаления - при сверлении малого («зондирующего») отверстия. Зафиксированные с помощью тензодатчиков поверхностные деформации после поэтапного сверления пересчитывают в компоненты тензора напряжений (при плоском напряженном состоянии) в зависимости от глубины.

Преимуществами предложенного в ГОСТ Р 71316 метода являются:

1. В отличие от зарубежного стандарта ASTM E837, который основан только на использовании тензодатчиков, ГОСТ Р 71316 расширяет подход, включая использование оптических измерительных систем на основе метода корреляции цифровых изображений для фиксации полей перемещений, что позволяет повысить точность измерений за счёт обработки большего объёма данных и применения современных методов анализа.

2. Наличие достаточной универсальности и точности по сравнению с другими известными методами. Например, в отличие от метода на основе рентгеновской дифракции, данным методом могут проводиться исследования неметаллических материалов или металлических материалов с острой

кристаллографической текстурой, любым размером зерна, с определением остаточных напряжений по глубине, а не только на поверхности.

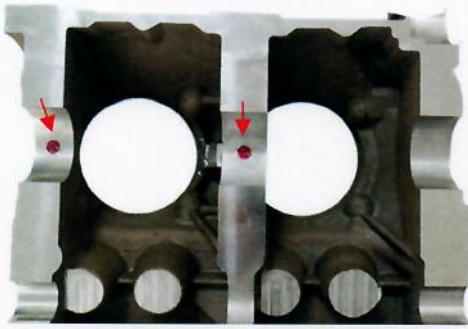
3. Хотя данный метод является разрушающим, размер отверстия при сверлении сравнительно небольшой, и обычно не превышает в диаметре 2 мм. Поэтому возможно проводить сверление отверстия на полуфабрикаты или в заготовке детали в местах, предназначенных для последующей механической обработке, например, в местах предполагаемых отверстий или пазов, что не повреждает конечную деталь.

4. Включенное в стандарт оборудование является мобильным, что позволяет проводить оценку остаточных или монтажных напряжений не только в лабораторных условиях, но и на металлургических или авиационных заводах.

Разработка и внедрение ГОСТ Р 71316 обеспечила решение межотраслевой проблемы, связанной с отсутствием нормативной базы для оценки остаточных напряжений по глубине методом сверления отверстий, путем внедрения единого подхода. Метод неоднократно применялся в практике для следующих задач:

- оценки качества полуфабрикатов авиационных материалов;
- отработка режимов механической обработки и поверхностного упрочнения;
- определения уровня монтажных напряжений при сопряжении деталей в конструкции;
- реверс инжиниринг, в части определения характера упрочненной поверхности;
- анализ причин разрушения деталей;
- при получении данных для принятия решения о продлении срока эксплуатации ВС.

Полукартер



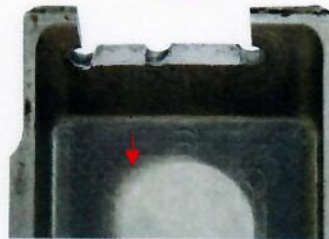
Рабочее колесо 2 ст. силовой установки



Рабочая лопатка турбины 2 ст.



Балка ниши
ООШ



Траверса верхняя

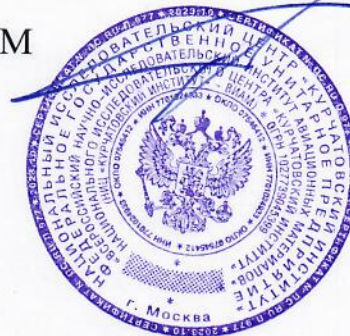


Рисунок – Объекты, на которых проводились исследования остаточных напряжений методом сверления отверстия

Работы по оценке остаточных напряжений выполнялись в интересах предприятий авиационной отрасли и других отраслей промышленности в т.ч.: ПАО «Корпорация «Иркут», «S7 Space», ОДК «Сатурн», АО «РСК «МиГ», ООО «СТГТ», АО ГМЗ «АГАТ» и др.

Генеральный директор

НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ



С.В. Яковлев