

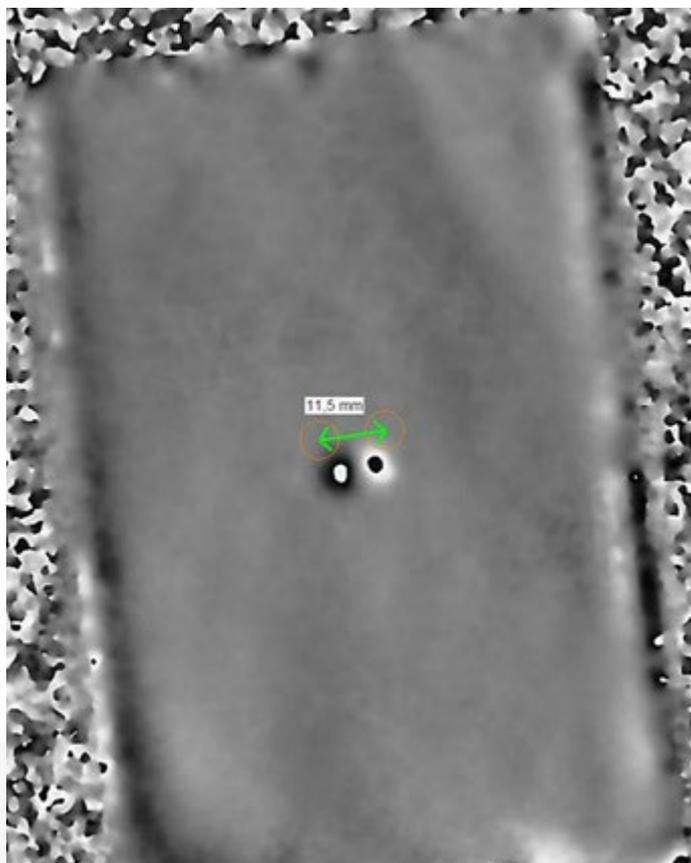
## Использование системы шерографии в инспектировании композитных материалов



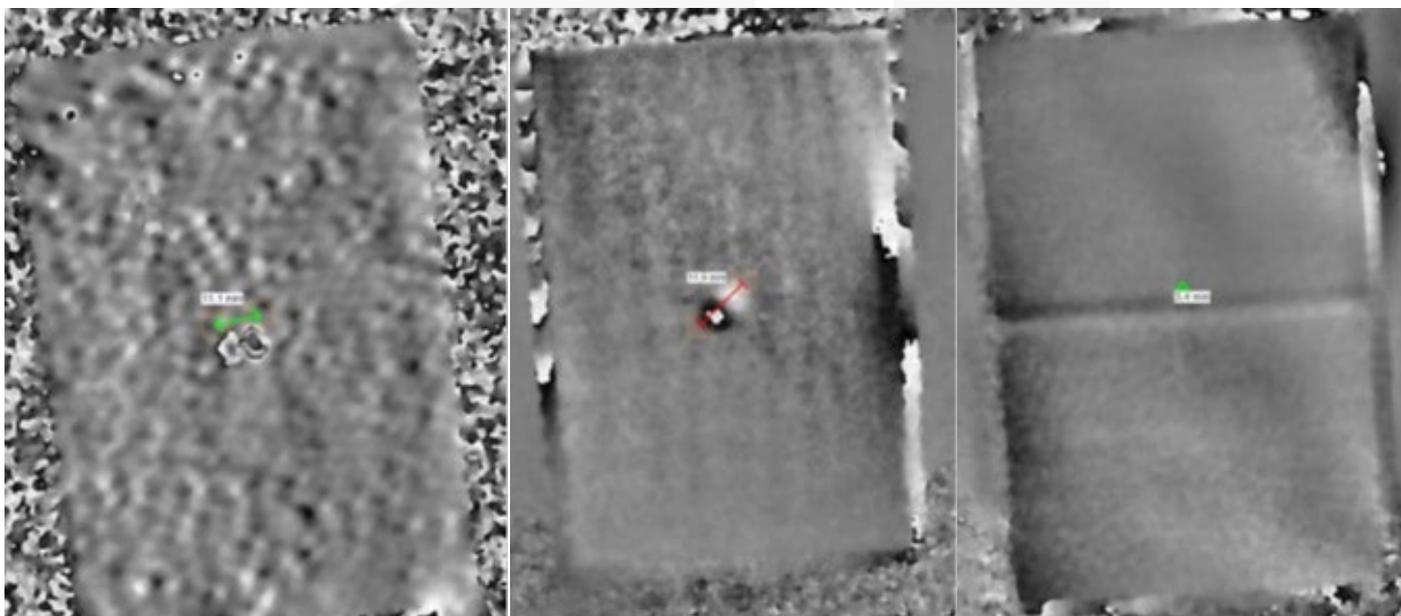
Увеличение использования композитов объясняется их исключительными свойствами. Малый вес и одновременно большая прочность дают возможность моделировать характеристики конструкций. Постоянное развитие композитных материалов в высокоответственных отраслях производства накладывает ограничения в использовании прежних методов контроля. Технологическая сложность изготовления таких материалов с большой долей вероятности может приводить к появлению производственных дефектов, наличие которых на конечном этапе сборки довольно трудно выявить. С целью обеспечения необходимого уровня инспектирования материалов применяются новые методы диагностики, одним из которых является метод шерографии.

Как сравнительно новая технология, шерография обладает большим потенциалом в сфере неразрушающего контроля композитных материалов. Применение композитов во многих отраслях промышленности, производства и научных комплексов напрямую предоставляет возможность использования шерографических систем в космо/авиастроении, автомобилестроении, нефте/газоперерабатывающей промышленности, электронике, ветроэнергетике и др.

Системы шерографии позволяют инспектировать объекты, внутренняя структура которых может быть как однородной, так и неоднородной. К таким объектам относятся углепластики, углеволокна, стеклопластики (с применением сотовой основы или без неё), компоненты с металлической или композитной сэндвич структурой, прочие комбинации этих материалов, платы печатного монтажа, резинотехнические изделия и т. д.



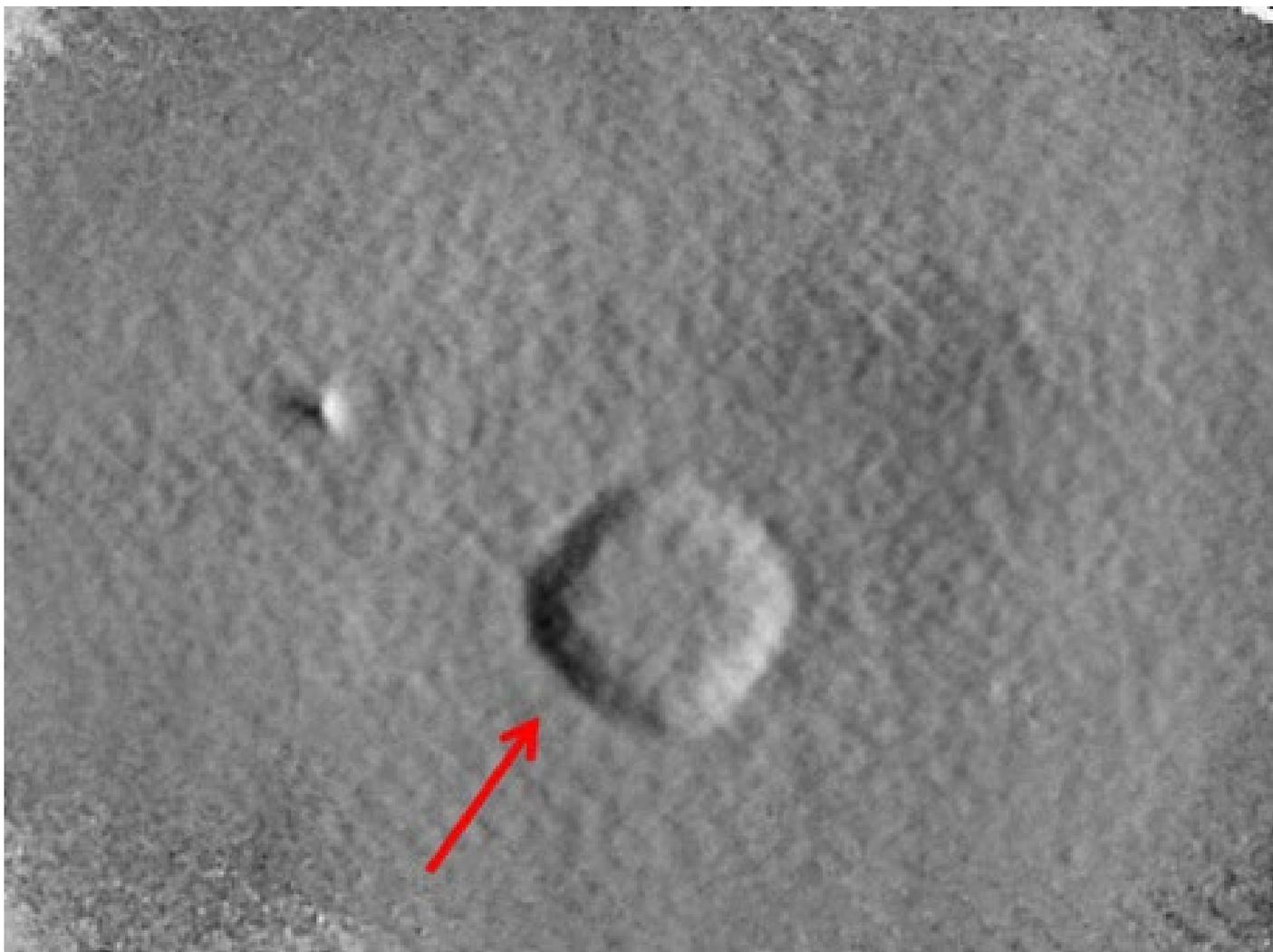
Шерографическое оборудование позволяет оперативно и своевременно выявить следующие типы дефектов: расслоения, нарушения сцепления, воздушные пузыри, или включения инородных частиц (металлических, водяных, воздушных), непроклеи, нарушения связей, области схлопывания, трещины и др.



Шерограмма сотопанелей с заложенным внутренним дефектом – фторопластовой пленкой, выступающей в качестве имитатора непроклея обшивки к сотоблоку

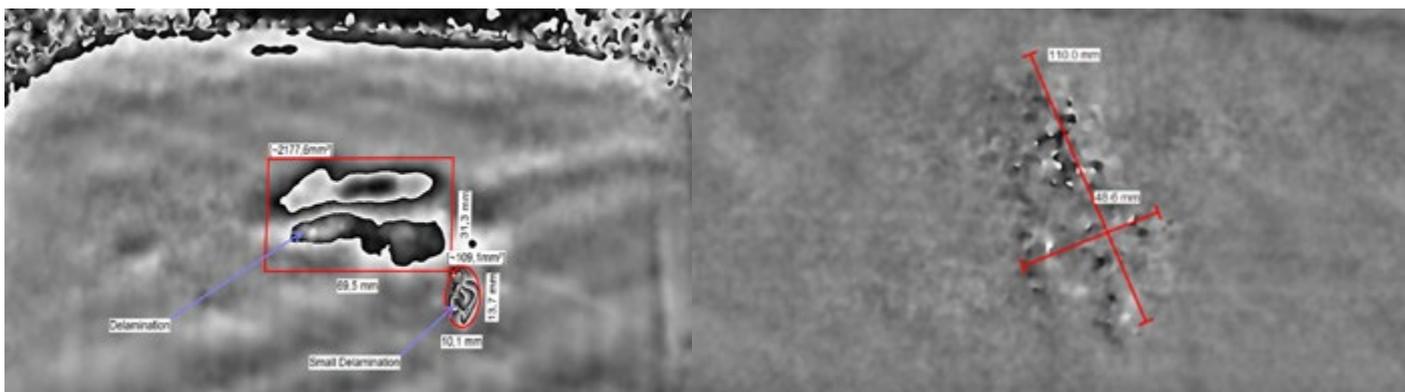
Как было сказано, шерография позволяет выявлять дефекты с использованием различных типов внешнего воздействия (например, тепловое, механическое, вибрация, вакуум, давление, магнитное и пр.). Предположим, в образце имеется область со «схлопнувшимся» дефектом, т.е. между слоями присутствует механический контакт, но физические связи в области контакта нарушены. При этом такая область способна воспринимать значительно меньшую нагрузку ввиду слабой адгезии между слоями материала. По причине отсутствия воздушного включения, данный тип дефекта плохо поддается дефектоскопии тепловым или ультразвуковым методами: тепловой метод зачастую не позволяет

выявить локальные температурные всплески в области дефекта в виду наличия непосредственного контакта между слоями, а ультразвуковые волны не отражаются от поверхности дефекта. При вакуумном воздействии слои материала растягиваются и дефект «раскрывается». Оптимальный тип воздействия применяется в зависимости от структуры и материала объекта контроля, от размера, положения (глубины залегания) и типа дефектов. Достоверность контроля возрастает при использовании типа нагружения, схожего с эксплуатационными условиями, что позволяет оценить поведение дефекта в характерных условиях эксплуатации.



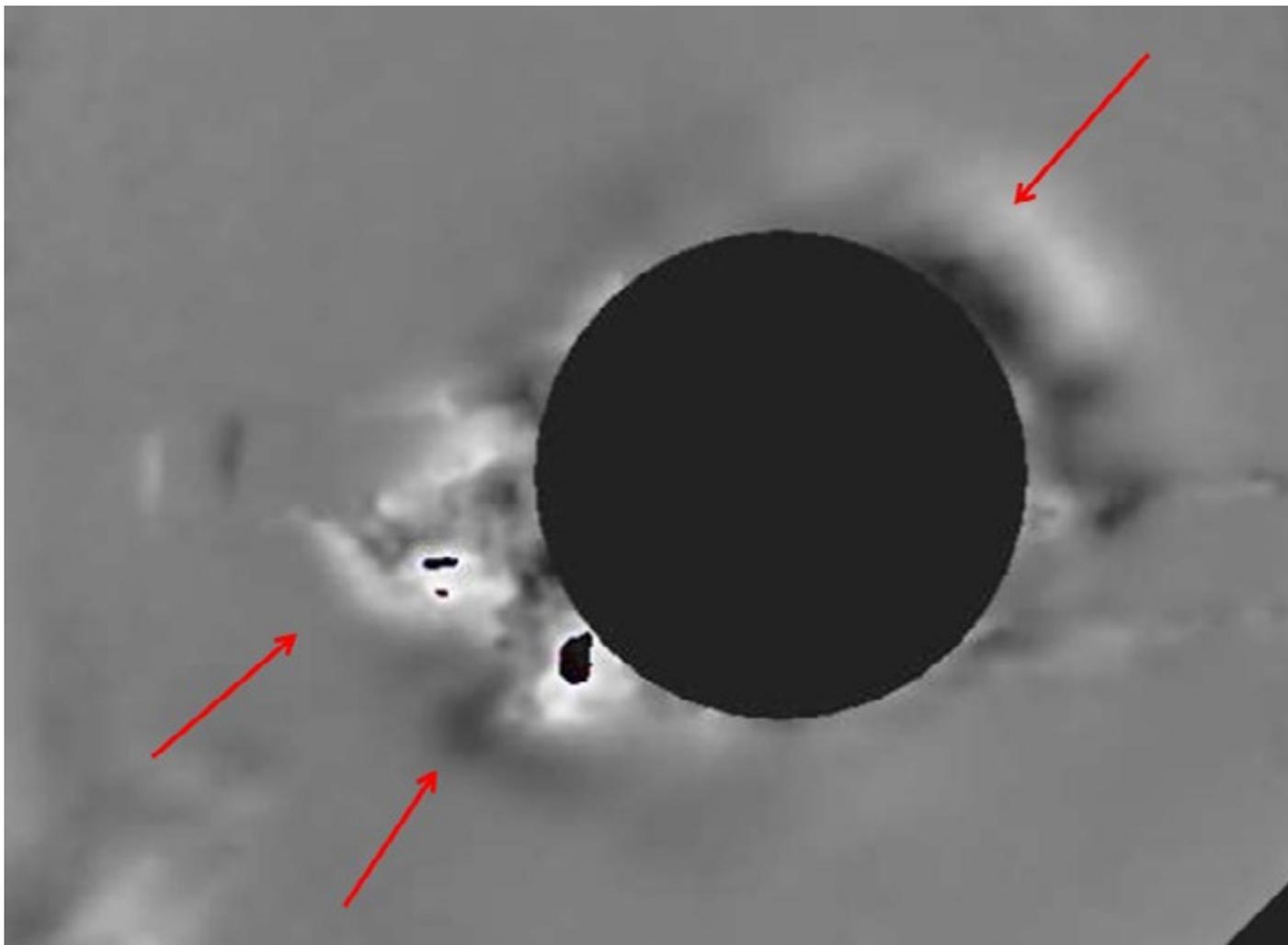
Область схлопывания (область, способная воспринимать значительно меньшую нагрузку ввиду слабой адгезии между слоями материала)

Функционал программного обеспечения ISTRА 4D позволяет осуществлять измерение выявленных дефектов.



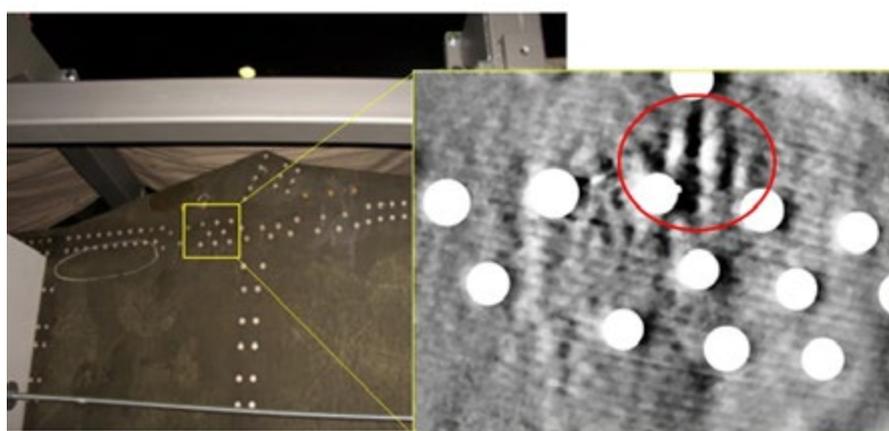
Линейные размеры области пористости, вычисление площади.

Композитные материалы на этапе сборки конечных изделий чаще всего подвергаются различному механическому воздействию, как на пример выфрезеровка отверстий для закладных элементов. Изначально целостная внутренняя структура готовых композитов в процессе механической обработки нарушается, что может привести к образованию расслоений, визуально неразличимых. Для выявления такого рода дефектов успешно применяются шерографические системы.



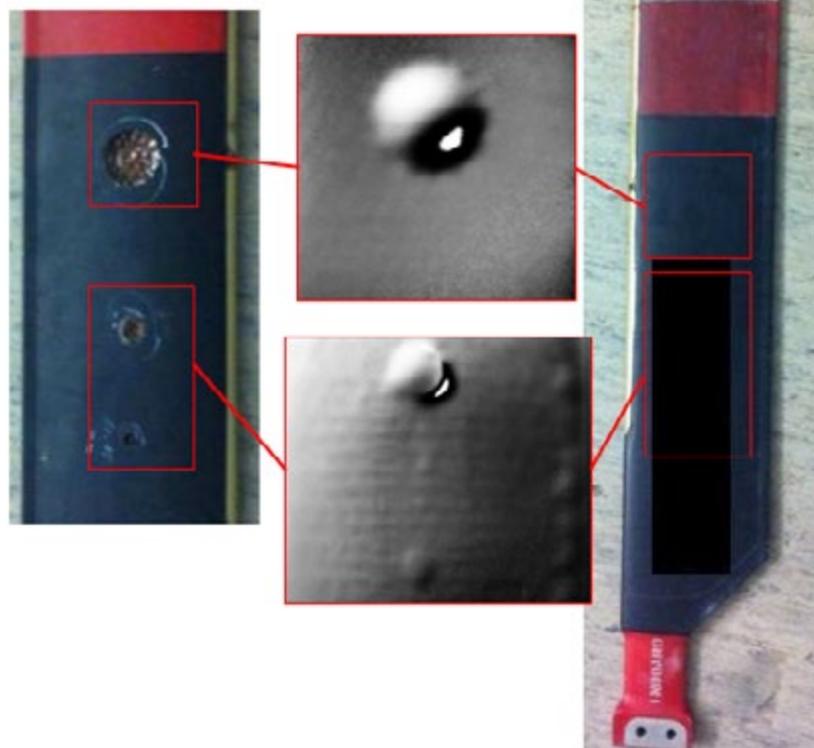
На шерограмме различимы расслоения в результате механической обработки для установки закладного элемента

С течением времени авиационная и космическая промышленность доказали высокую надежность применения композитных материалов. Легкость и быстрота инспектирования при помощи шерографических систем (10-40 сек) используемых композиционных материалов вносит значительное ускорение в производственный процесс в авиа и вертолетостроении.



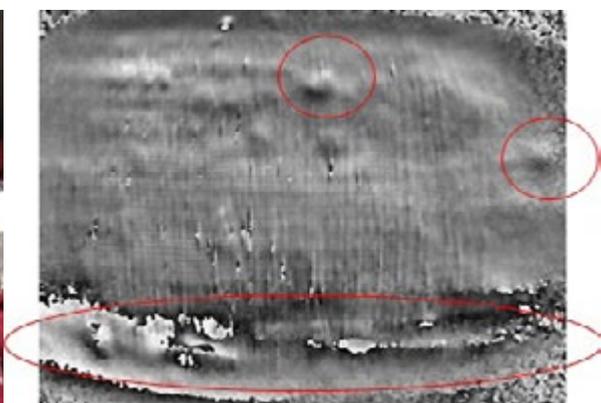
Расслоения и складки внутри монолитного углепластика прототипа кессона крыла

обратная сторона



Искусственные дефекты (диаметром 50, 20, 10 мм) с целью имитации расслоений в лопасти хвостового ротора вертолета

Также одной из областей применения композитов является производство сосудов под высоким давлением, внешняя оболочка которых представляет собой пропитанные эпоксидной смолой волокнистые композитные материалы. Специфика их изготовления и сложность предсказания типов разрушения накладывают ограничения на ранее используемые методы неразрушающего контроля. Шерография же может выступать одним из ключевых методов в выявлении дефектов от ударов, расслоений, разрушений связей в полимерных матрицах композитов.



Шерограмма сосуда высокого под давлением, обшивка которого выполнена из композитного материала.

Дефекты-расслоения

### Основные преимущества системы шерографии:

- Возможность оперативного инспектирования крупногабаритных изделий (~м2) за 10-40 сек.
- Отображение результатов в режиме реального времени;
- Бесконтактный оптический метод, подразумевающий отсутствие воздействия на образец;
- Возможность инспектирования криволинейных поверхностей;
- Образмеривание полученных результатов;
- Удобная измерительная система, пригодная к использованию как в цеховых или лабораторных, так и в полевых условиях;
- Наглядность результата.

