



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

**Ян Наинг Мин** на тему «**Применение методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений для определения остаточных напряжений в сплавах и композиционных материалах**»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

**Актуальность.** В авиастроении, космической технике, кораблестроении и других отраслях элементы основных элементов силовых конструкций выполняются из композиционных материалов. Эти конструкции могут быть тонкостенными, сетчатыми или представляют собой сэндвич панели с композитными несущими слоями и облегченными заполнителями. Под действием тепловой нагрузки в композиционных материалах могут возникать существенные остаточные напряжения, уровень которых оказывается настолько высоким, что уже в процессе хранения наблюдается растрескивание или разрушение материала. Рассматриваемая в диссертации задача относится к исследованию методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений для определения остаточных напряжений в сплавах и композиционных материалах. Принимая во внимание, что остаточные температурные напряжения могут достигать предела прочности и приводить к появлению трещин в полимерной матрице, важным становится знание типа, расположения и величины остаточного напряжения в изделиях, выполненных из композиционных материалов. В связи с этим тема диссертации представляется **актуальной**.

Для решения поставленной задачи используется сочетание методов зондирующих отверстий, корреляции цифровых изображений и численного конечно-элементного моделирования.

Остаточные напряжения в нержавеющей стали исследовались на образцах, изготовленных методом 3Д печати по технологии SLM. В композитных образцах остаточные напряжения присутствовали вследствие несимметричной схемы армирования.

Кроме того, метод корреляции цифровых изображений апробирован результатами испытаний на одноосное растяжение стандартного образца с использованием тензометрии. Остаточные напряжения, полученные с применением методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений, сравнивались с численным моделированием. Численное моделирование проведено в системах COMSOL Multiphysics с использованием детализированных моделей изделий, высокоплотной сетки, а также путем варьирования размера конечно-элементной сетки.

**Основные результаты**, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 3-х публикациях автора, в том числе в двух статьях в периодических изданиях,

включенных в перечень ВАК РФ, и в одной статье в международном журнале, индексируемом Scopus. Результаты работы апробировались на различных международных конференциях, семинарах и симпозиумах, что отражено в 9 публикациях в виде тезисов докладов.

К достоинствам диссертации можно отнести разработку метода достоверного определения остаточного НДС в металлах и композитах с применением сочетания методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений, а также показана возможность получения достоверных и высокоточных результатов измерений остаточного НДС в исследуемых материалах.

К замечаниям к автореферату можно отнести следующее:

1. Автор в своей работе указывает что он исследует остаточные деформации в образцах, сваренных с присадком и без. Однако есть большое количество работ, показывающих существенную разницу в уровнях остаточных напряжений. К сожалению, автор не сопоставил полученные результаты с использованием присадка и без.

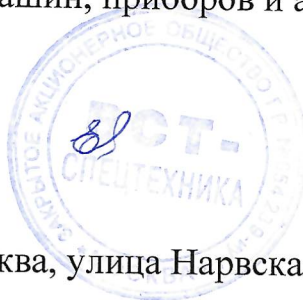
2. Приведенные в таблице 1 данные по свойствам композита не удовлетворяют условию симметрии упругих постоянных  $E_1\mu_{12} = E_2\mu_{21}$

Данные замечания не снижают научной ценности полученных результатов. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и соответствует требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, в том числе п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Ян Наинг Мин, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Генеральный директор  
ЗАО «ВСТ-Спецтехника»,

к.т.н.

14.12.2021г.



Мартиросова Е.И.

Адрес места работы: 125130, г Москва, улица Нарвская, дом 1а, корп. 4

Тел: +7-903-968-00-11

E-mail: martirosova@vst-st.ru