

Отзыв

официального оппонента Корнева Юрия Витальевича
на диссертационную работу

Ян Наинг Мин

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

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

Актуальность работы

Актуальность данной работы состоит в разработке и успешном применении комбинации методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений для определения остаточных напряжений. Это позволяет определять не только уровень остаточных напряжений, но получить полную детальную картину распределения остаточных деформаций. Вторым существенным преимуществом данной работы является возможность использования данного метода на анизотропных образцах. В частности, автор показал хорошую согласованность остаточных деформаций для образцов из полимерных композиционных материалов и алюмопластика. С учетом большого потенциала использования данных материалов и все больше внедрения композиционных материалов в авиацию и космонавтику возможность определения остаточных напряжений, образованных из-за технологических режимов, наномодифицировании и несимметричности укладки несомненно актуален на данный момент. Проведенное детальное исследование влияние размера паттерна на определяемый уровень деформации существенно облегчает процесс применения метода корреляции цифровых изображений. Подобный метод обобщен и для металлических образцов, что позволяет применять его и для изделий, полученных по технологии выборочного плавления. В аддитивном производстве определение уровня остаточных напряжений играют одну из ключевых ролей. Т.к. это позволит определять уровень напряжений у деталей, не срезая их с платформы. Тем самым на менее ответственных изделиях сэкономят время на термообработке

Краткий анализ содержания работы

Диссертация включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы из 114 наименований.

Отдел документационного
обеспечения МАИ
«01» 12 2021г.

Во введении представлена краткая характеристика работы, обоснована актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулирована цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, обоснованы научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава носит обзорно-аналитический характер. В ней приведены результаты выполненного в ходе литературного и патентного обзора отечественных и зарубежных публикаций в области работы.

Во второй главе изложен выбор экспериментальных образцов, а также методы их получения, их свойства и подготовка к испытанию.

В третьей главе представлена методика измерений остаточных напряжений, основанная на методе корреляции цифровых изображений, а также подготовка образцов, отработка метода и результаты измерения остаточных напряжений в сварном шве и композиционных материалов.

В четвертой главе представлены результаты численного моделирования и развитие метода для более точного и детального изучения остаточных напряжений. Для оценки остаточных напряжений в образце проводилось решение обратной задачи методом конечных элементов в среде COMSOL Multiphysics и метода Монте-Карло и Нельдера-Мида.

В пятой главе представлен G-код используемый для нанесения лазерной гравировки.

В заключении диссертационной работы перечислены основные результаты и возможные области их применения.

Достоверность полученных результатов, определяется примененными строгими методами механики деформированного твердого тела и апробированными методами экспериментальной механики. Численное моделирование проведено в системе COMSOL Multiphysics с использованием детализированных моделей изделий, высокоплотной сетки и эффектов конечных деформаций. Достоверность численных расчетов оценивалось путем варьирования размера конечно элементной сетки, а также сопоставлением полученных решений с решением в рамках упрощенных аналитических моделей.

Теоретическая и практическая значимость.

- Предложен метод достоверного определения остаточного НДС в изотропных и анизотропных материалах, основанного на сочетании двух

методов: зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений. Метод позволяет получить распределение остаточных напряжений как в металлических образцах, так и в полимерных композитных материалах.

- Оработана методика проведения всех этапов исследований, начиная с подготовки образцов, нанесения паттерна, процедуры зондирующих отверстий, фотографирования образцов и проведения цифровой корреляции изображений и последующей обработки результатов на основе решения обратных задач теории упругости численными и аналитическими методами.
- Представлена возможность получения достоверных и высокоточных результатов измерений остаточного НДС в исследуемых материалах и применения численных и аналитических методов обработки результатов полученных с применением ЦКИ.

Замечания по диссертационной работе и автореферату:

1. В работе содержится большое количество опечаток, редакционных погрешностей; все это затрудняет восприятие текста, хотя в целом не приводит к недоразумениям.
2. В главе 3 на рис. 3.18 и 3.19 не ясно какой размер паттерна использовался при расчете деформаций с использованием метода корреляции цифровых изображений.
3. В работе не исследуется влияние размера диаметра отверстия используемого в методе зондирующего отверстия на уровень и точность остаточных деформаций и напряжений.

Заключение

Полученные в работе результаты обладают новизной, представляют как научный, так и практический интерес, соответствуют специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры». Выносимые на защиту положения прошли достаточную апробацию и были опубликованы в 3 статьях в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК и индексируемых в Scopus. Автореферат достаточно полно отражает основные результаты диссертации.

Считаю, что диссертация «Применение методов зондирующих отверстий и корреляции цифровых изображений для определения остаточных напряжений в сплавах и композиционных материалах» соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК к диссертационным работам, в том числе соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842. Автор диссертации Ян Наинг Мин, несомненно,

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент,

Кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
ФГБУН «Институт прикладной механики
Российской академии наук», г. Москва.

Ю. В. Корнев
29.11.2021

Корнев Ю.В.

Подпись _____ Корнева Юрия Витальевича _____ удостоверяю

(Фамилия, имя, отчество оппонента полностью)

Юрий Витальевич
(должность)
ИРИМ РМ

Ю. В. Корнев
(подпись)
М.П.



Корнев Ю.В.
(Фамилия И.О.)

ФГБУН «Институт прикладной механики Российской академии наук»,
125040, Россия, Москва, Ленинградский проспект д.7,
e-mail: yurikornev@mail.ru, тел.: +79169023616