

Отзыв научного руководителя о диссертации А.С. Плотникова «Определение неоднородных полей остаточных напряжений», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела

Диссертация А.С. Плотникова посвящена актуальной проблеме определения неоднородного остаточного напряженно-деформированного состояния на основе измерения полей перемещений в элементах инженерных систем. Для его определения в общем случае требуются решения трехмерных обратных задач термоупругопластичности. В данной работе представлен аналитический обзор и предложена классификация известных экспериментальных методов с выделением трех групп: механических методов измерения компонент тензора деформаций и вектора перемещений тела при образовании новых поверхностей, дифракционных методов измерения расстояний между атомными плоскостями кристаллической решетки и корреляционных методов измерения физических характеристик (скорости упругих волн, коэрцитивной силы, электросопротивления, магнитной проницаемости и др.), основанных на взаимосвязях с напряженно-деформированным состоянием. Согласно результатам анализа в настоящее время наибольший интерес, особенно для неоднородных полей остаточных напряжений, представляет метод сверления отверстий (стандарт ASTM E837) в сочетании с оптическими методами измерения компонент вектора перемещений – цифровой спекл-интерферометрией или корреляцией цифровых изображений, которые позволяют получать значительные количества опытных данных, и автоматизации процессов их обработки. Метод вычисления однородного поля остаточных упругих напряжений по результатам измерений как компонент тензора деформаций при помощи тензорезистивных датчиков, так и компонент вектора перемещений оптическими методами известен и широко применяется. Известный метод вычисления неодно-

родных остаточных упругих напряжений по результатам измерения компонент тензора деформаций имеет ряд существенных недостатков и не обладает необходимой точностью.

К основным результатам работы можно отнести: метод определения неоднородных в плоскости остаточных упругих напряжений, основанный на дополнении известных определяющих соотношений для компонент вектора перемещений членами с производными от главных компонент тензора напряжений, и метод определения неоднородных по глубине остаточных напряжений на основе определяющих соотношений в виде интегральных операторов Вольтерра с использованием значительного количества измерений компонент вектора перемещений оптическими методами при использовании метода пошагового сверления отверстия, что ведет к существенному повышению точности при его использовании. Определены требования к точности и объёму экспериментальных данных, необходимых для определения остаточных напряжений с заданной погрешностью. Показано, что точность оптических методов измерений компонент вектора перемещений является приемлемой, современное состояние метода спекл-интерферометрии позволяет получать входные данные до глубины полутора радиусов высверливаемого отверстия. Представлены результаты проверки устойчивости метода к точности и объёму входных данных. Построена зависимость предельной глубины определения остаточных напряжений при заданной точности их определения от числа измерений компонент перемещений на поверхности. Исследована область применимости определяющих соотношений теории упругости для нахождения остаточных напряжений.

А.С. Плотников занимается исследованиями в области определения неоднородных полей остаточных напряжений, начиная с 2009 года. Он окончил очную аспирантуру по кафедре физики прочности НИЯУ МИФИ в 2012 г. Прикреплен к кафедре теории упругости механико-математического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова для подготовки диссертации. Соискатель

сдал на отлично кандидатские экзамены по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела», истории и философии науки (физико-математические науки) и английскому языку (физико-математические науки) (справка о сдаче выдана 28.10.2022г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»). А.С. Плотниковым опубликованы 53 работы, несколько статей готовятся к печати. Результаты диссертационной работы получены самостоятельно и представлены в 18 публикациях, в том числе в 11 статьях в журналах, входящих в базы данных SCOPUS, Web of Sciences или в список рецензируемых научных изданий, рекомендованных для защиты ВАК по специальности 1.1.8. Он систематически выступает с докладами на российских и международных конференциях.

В работе над диссертацией А.С. Плотников зарекомендовал себя как квалифицированный специалист в области, посвященной исследованиям неоднородных остаточных напряженно-деформированных состояний, механических и оптических методов измерений компонент тензора деформаций и вектора перемещений, вычислительной механике деформируемого твёрдого тела. Разработанный автором пакет программ готов к применению и позволяет определять неоднородные поля остаточных напряжений при исследованиях в лабораториях и на производствах. Соискатель проявил способности самостоятельно ставить серьёзные научные проблемы и искать подходы и методы для их решения. А.С. Плотников имеет разносторонние научные интересы, является одним из авторов учебного пособия «ANSYS в руках инженера: температурные напряжения (Шадский А. С., Морозов Е. М., Жеков К. Н., Плотников А. С. – М.: ЛЕНАНД, 2019 – 480 с.) и ряда научных статей по вопросам создания новых материалов методом высоковольтной электроимпульсной консолидации, планирования экспериментов по исследованию механических свойств материалов.

Диссертационная работа «Определение неоднородных полей остаточных напряжений» Александра Сергеевича Плотникова выполнена на высоком научном уровне и носит законченный характер. Она соответствует специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела и удовлетворяет всем требованиям ВАК «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Рекомендую диссертацию «Определение неоднородных полей остаточных напряжений» Александра Сергеевича Плотникова к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Я, Завойчинская Элеонора Борисовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель – Завойчинская Элеонора Борисовна:
профессор кафедры теории упругости механико-математического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (119991 Москва, Ленинские горы, 1, МГУ, механико-математический факультет; тел.: +7(495)9391244; факс: +7(495)9392090; электронный адрес: mmmf@mech.math.msu.su; сайт: <http://mech.math.msu.su/>); доктор физико-математических наук; тел.: +7(495)9395539; электронный адрес: eleonor.zavoychinskaya@mech.math.msu.su

12.09.2023 *Завойчинская* Э.Б. Завойчинская

Подпись профессора Э.Б. Завойчинской удостоверяю.

Заведующий кафедрой теории упругости
механико-математического
факультета МГУ имени М. В. Ломоносова
доктор физико-математических наук, профессор РАН



Д. В. Георгиевский

Д. В. Георгиевский