

Разработка численно-экспериментальной методики определения остаточных напряжений с помощью индентрирования

Научный руководитель – Завойчинская Элеонора Борисовна

Каблин Александр Романович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории упругости, Москва, Россия
E-mail: aleksandr.kablin@math.msu.ru

Оценка напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов является важной задачей при прогнозировании их долговечности и сопротивления усталостному разрушению. Традиционные методы контроля зачастую либо являются полностью разрушающими, либо обладают недостаточным пространственным разрешением [1, 2].

Предлагается рассмотреть гибридный подход к определению остаточных напряжений, сочетающий локальное механическое воздействие (индентрирование) и высокочувствительный оптический метод регистрации перемещений — электронную спекл-интерферометрию (ЭЦСИ).

Идентификация тензора остаточных напряжений на основе данных о деформациях или перемещениях представляет собой классическую обратную задачу механики твердого тела. Расчет полей таких напряжений в общем виде предполагает решение трехмерных обратных упругопластических задач.

Доклад посвящен первому шагу данной задачи — определению перемещений.

Процедура получения деформационного отклика методом ЭЦСИ состояла в следующем (см. рисунок - Принципиальная схема рабочего участка интерферометра, описание: 1 – твердотельный лазер; 2 – зеркало; 3 – зеркало; 4 – микрообъектив; 5 – плоская стеклянная пластина (на возвратном механизме); 6 – собирающая линза; 7 – интерферометр; 8 – направляющая патрона гибкого вала; 9 – патрон гибкого вала; 10 – исследуемый образец):

1) Исследуемый образец, закреплённый в специальном возвратном приспособлении, служащим для прецизионного позиционирования в измерительном устройстве, помещался в рабочую зону спекл-интерферометра, и с помощью цифровой фотокамеры производилась запись исходного изображения со спекл-структурой P_0 .

2) Образец, установленный в возвратном приспособлении, удалялся из интерферометра, фиксировался в тисках и производилась высверловка сквозного зондирующего отверстия.

3) Образец возвращался в интерферометр, и проводилась цифровая запись изображения поверхности в деформированном состоянии P_1 .

4) В тракт освещающего пучка помещалась стеклянная плоскопараллельная пластинка под углом к оптической оси $\sim 30^\circ$, и производилась дополнительная запись изображения P_2 . В последующем данный кадр использовался для идентификации знаков перемещений.

5) На этапе воспроизведения картин интерференционных полос с использованием программ обработки изображений осуществлялось вычитание зарегистрированных цифровых изображений. На разностном изображении P_0 - P_1 наблюдалась система полос, представляющих линии равных перемещений u . Полосы на разностном изображении P_0 - P_2 соответствовали распределению перемещений u с дополнительно наложенным линейным полем. Исходя из анализа поведения полос на данной интерферограмме, определялся знак перемещений точек поверхности образца.

