

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СШИВКИ ВОЛНОВЫХ ФРОНТОВ ПО СУБАПЕРТУРАМ

Дрыгин Д.А.

Научный руководитель: Острун А.Б. – канд. техн. наук

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Аннотация. В работе представлен разработанный метод сшивки волновых фронтов, полученных, в результате обработки интерференционных картин от субапертур измеряемой поверхности. Исследована эффективность метода, выраженная в численных характеристиках размаха и среднего квадратичного отклонения топограмм волновых фронтов.

Введение. В настоящее время существует множество методов контроля оптики разной степени автоматизации и точности. Особенный интерес среди них представляют сверхточные бесконтактные методы, к которым относится интерферометрический метод контроля, который осуществляется с помощью интерферометра. Весомым ограничением для всех типов интерферометров является размер исследуемой детали или размер интерферометра, который во многом определяется диаметром выходного пучка коллиматора. Данное ограничение может быть преодолено с помощью сшивки волновых фронтов, полученных из интерферограмм измеряемой поверхности. Идея сшивки для измерения больших компонентов не нова и имеет коммерческие, дорогостоящие реализации. Однако метод не вошел в отечественную и повсеместную оптическую промышленность, поскольку имеет за собой ряд сложностей, связанных с обработкой «сшивной» интерференционной картины, алгоритмом синтеза структурных наложенных изображений и механическим контролем положения исследуемого объекта относительно эталонного, что особенно важно при контроле сферических и асферических поверхностей. Также в настоящее время алгоритм «сшивки» волновых фронтов реализован для использования двух подвижных интерферометров, хотя более целесообразным является использование одного неподвижного интерферометра и координатного стола.

Основная часть. Суть метода такова: если рассмотреть волновые фронты, полученные с помощью интерферограмм пересекающихся субапертур - частей измеряемого компонента, то область их пересечения будет иметь одинаковые значения прогибов волновых фронтов. Однако экспериментально было выявлено, что данные значения будут различны из-за влияния коэффициента наклона, расфокусировки, смещения и разворота вдоль осей, а также значения постоянной составляющей волнового фронта относительно друг друга. Поэтому, для реализации сшивки необходимо провести оптимизацию данных коэффициентов, чтобы скорректировать положение волновых фронтов и получить целостный волновой фронт.

Целевая функция для данной задачи оптимизации представляет собой разность квадратов двух волновых фронтов, представленных в виде степенных полиномов, где параметрами оптимизации являются семь вышеперечисленных коэффициентов. Для решения данной функции были рассмотрены различные методы оптимизации нулевого и первого порядка, основными критериями для выбора метода оптимизации являются его быстродействие и отказоустойчивость (сходимость метода). Точность метода, то есть минимальное значение, которое может принимать функция, также является критерием для выбора метода. Однако не является ключевым, так как предполагается, что изначально параметры оптимизации близки к оптимальным, а значение целевой функции находится вблизи глобального минимума. Данное утверждение обусловлено, тем, что измерение различных участков поверхностей происходит с небольшими механическими отклонениями.

Выводы. Таким образом, в данной работе представлен метод сшивки волновых фронтов по субапертурам с помощью составления и решения задачи оптимизации значений прогибов волновых фронтов. Была составлена целевая функция задачи оптимизации и изучены различные методы ее решения, основанные на нескольких численных методах оптимизации. Представлен расчет эффективности разработанного метода. Апробация метода планируется не только в рамках теоретической модели, а также на основе зарегистрированных измерений действующего интерферометра Opto-TL-60.