

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ.

Рамазанов А.Х., Акбарова Н. А., Абукаххорова М. Х.

*Национальный Университет Узбекистана,*

Голография – это техника записи и воспроизведения волновых фронтов. А голографическая интерферометрия позволяет сравнить волновые фронты, зарегистрированные в различные моменты времени /1, 2/ и успешно используется для измерения деформаций с середины 60-х годов прошлого столетия /3-4// Голографическая интерферометрия является одним из наиболее перспективных бесконтактных методов экспериментального исследования деформационных свойств материалов и анализа напряженно-деформированного состояния (НДС). Варианты технологии, основанные на использовании фотоматериалов, нашли достаточно широкое применение в экспериментальной механике в 1970-1990 гг.

Появление в последние годы цифровых голографических и спекл-интерферометрических систем позволило сделать метод значительно более технологичным – освободиться от химической обработки фотоматериалов, устранить необходимость затемнения помещения, избавиться от ручной оцифровки интерферграмм и ввода информации в компьютер, снизить требования к помехозащищенности.

В настоящее время на практике используются два конкурирующих цифровых метода:

- цифровая спекл-интерферометрия;
- цифровая голографическая интерферометрия.

Как уже отмечалось, в методах цифровой спекл-интерферометрии восстановление объектной волны не производится, а полосы получаются путем корреляционного сравнения двух картин интенсивности, зарегистрированных на светочувствительную матрицу.

При этом для расчета фазы объектной волны необходимо записать как минимум 3 спеклограммы для каждого состояния объекта с фиксированным сдвигом фазы опорного или объектного пучка между экспозициями. Это существенно ограничивает возможности применения метода для количественного измерения динамических деформаций.

Этот факт обеспечивает принципиально новую возможность – регистрацию практически неограниченной серии одиночных голограмм, соответствующих различным состояниям объекта, и последующее получение (путем их попарного интерферометрического сравнения) зависимости перемещений и деформаций не только от координат, но и от времени.

Таким образом, обеспечивается возможность исследования на качественно новом уровне любых процессов деформирования, включая нестационарные квазидинамические и динамические процессы (термическое расширение, текучесть, ползучесть, случайные и затухающие колебания, распространение упругих волн при ударных и взрывных воздействиях и т.д.).

Другими важными преимуществами ЦГИ являются:

- возможность автоматического определения местоположения узловых линий и знака перемещений;
- возможность корректного измерения сверхмалых перемещений, не приводящих к появлению интерференционных полос;
- возможность компьютерного увеличения и обработки отдельных фрагментов интерферограмм;
- возможность совмещения в одной компьютерной программе измерительных и численных расчетных методов анализа НДС.

Таким образом, метод ЦГИ обеспечивает наиболее широкие возможности при анализе НДС в сравнении с другими КОМ.

На рисунке 1 показана принципиальная оптическая схема такой измерительной системы.

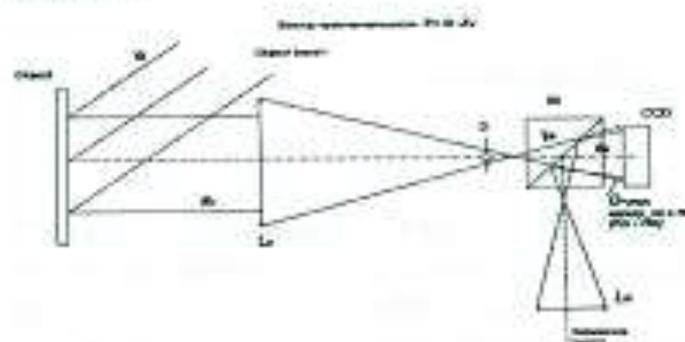


Рисунок 1 - Принципиальная оптическая схема цифрового голографического интерферометра

В качестве нагревающего лазера использовался DPSS лазер излучающий на 2х длинах волн,  $\lambda_1=1,06\text{мкм}$  -10мВт и  $\lambda_2=0,53\text{мкм}$  -6мВт.

Установка светофильтра позволяла выделять нужную длину волны. В области нагрева пятно греющего лазерного излучения имело Гауссово распределение интенсивности с радиусом на полувысоте 1мм.

Для измерения тепловых деформаций методом 2х экспозиционной цифровой голографической интерферометрии снималась голограмма не возмущенного объекта. Затем после включения греющего лазера снимались голограммы в разные промежутки времени после включения лазера. Полученные цифровые голограммы путем двойного Фурье преобразования сравнивались с голограммой не возмущенного объекта и были получены интерферограммы из которых можно построить поле нормальных перемещений поверхности объекта с помощью программы развертывания фазы.

На рисунке 2 показаны интерферограммы отражающие динамику нагрева поверхности объекта после включения греющего лазера. Под каждой интерферограммой указано время нагрева. Предварительные измерения показали, что, нагрев осуществляется в основном излучением с  $\lambda_2=0,53\mu\text{м}$ , а  $\lambda_1=1,06\mu\text{м}$  не поглощается композитом.

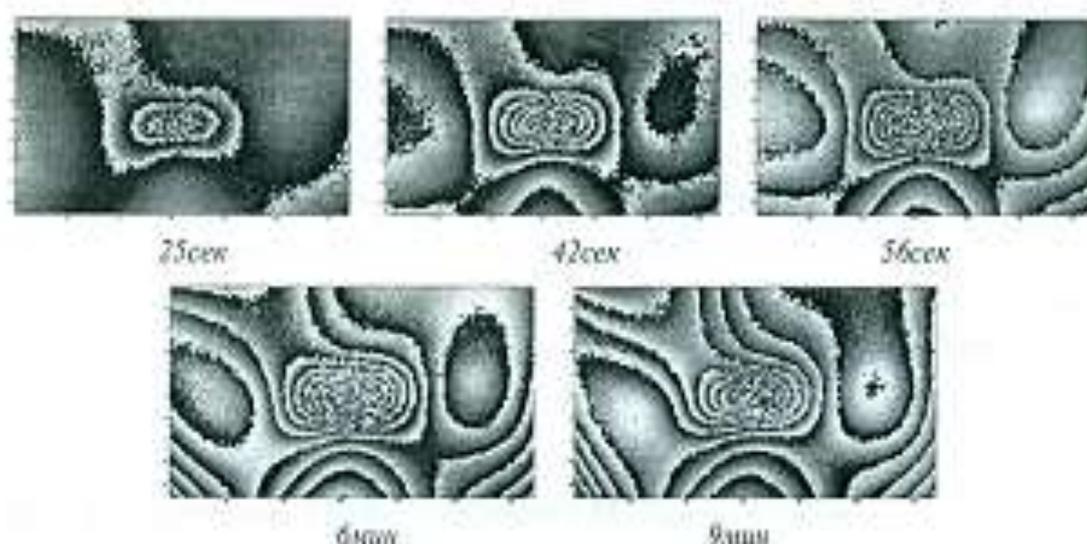


Рисунок 2

Интерферограммы деформаций за счет нагрева картины остаточных напряжений, внизу время нагрева

#### ЛИТЕРАТУРА

1. C. M. Vest, Holographic Interferometry, Wiley, New York, 1979.
2. R. Jones and C. Wykes, Holographic and Speckle Interferometry, 2nd ed., Cambridge University, Cambridge, UK, 1989, Chap. 3.
3. R. L. Powell, K. A. Stetson, "Interferometric Vibration Analysis by Wavefront Reconstruction", J. Opt. Soc. Am., 55, 1593-1598, (1965).