

ЛОКАЛИЗОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ВБЛИЗИ ОТВЕРСТИЙ, НАБЛЮДАЕМОЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ, В РАСТЯГИВАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНАХ

Применение метода голографической интерферометрии в изучении механических свойств металлов позволяет фиксировать пластические области на уровне микроскопических перемещений. Многие конструкционные металлы обладают удивительным свойством локализованного пластического деформирования. Известно [1], что в областях пластической деформации происходит упрочнение металла и при деформации первоначально макроскопически однородный материал становится композиционным. В упомянутой статье установлено, что вырезанные вдоль пластических областей образцы имеют прочность вдоль этих областей примерно на тридцать процентов больше. В статье [2] также установлено, что характер деформирования в локализованных пластических областях таков: скольжение (сдвиговые перемещения) вдоль пластической области (примерно в два раза больше других), образование шейки (утонышение образца) и перемещения вдоль оси растяжения образца.

В настоящей работе для исследования локального пластического деформирования вблизи отверстий применялся метод голографической интерферометрии во встречных пучках по схеме Денисюка. Образцы из алюминиевого сплава Д16Т с размерами 300x40x2 мм с отверстиями подвергались растяжению на разрывной машине. Оказалось довольно удобным для изучения локального деформирования материалов совмещение методов голографической и спекл-интерферометрии [3-7]. Они практически не требуют обработки поверхностей исследуемых материалов и позволяют получить картину деформирования по всей поверхности при малых приращениях нагрузки.

Голографические интерферограммы получены путем наложения регистрирующей среды на плоскость объекта с помощью

упругих держателей. Свойство их (интерферограмм) такое, что одновременно на них фиксируются и спекл-интерферограммы. По голографической интерферограмме можно определить нормальные к плоскости объекта перемещения, а по спекл-интерферограмме - перемещения в плоскости. Образец был растянут на разрывной машине за предел текучести, затем выполнялась одна экспозиция расширенным лучом лазера; после чего проводилась малая деформация образца и производилась вторая экспозиция. После этого выполнялась химическая обработка фотосреды голограммы и сушка.

Для определения нормальных к плоскости образца перемещений используется формула 1:

$$U_z = \frac{\lambda N}{2}, \tag{1}$$

где λ - длина волны лазера (0,63 мкм), N - порядковый номер интерференционной полосы.

Для определения перемещений в плоскости образца голограмма сканировалась неразведенным лучом лазера и по направлению и расстоянию между полосами Юнга на экране находились величина и направление их (перемещений). Перемещения происходят перпендикулярно полосам Юнга, а величина их определяется по формуле 2:

$$U_n = \frac{\lambda l}{S} \tag{2}$$

где l - расстояние от голограммы до экрана; S - расстояние между полосами Юнга.

На рис. 1 показаны голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование образца с отверстием пять миллиметров. Сначала пластические области образуются на боковых частях пластины и движутся к отверстию (состояния 1-3).

Когда в этих треугольных зонах между боковыми сторонами образца и отверстием произойдет упрочнение материала, то локализованные области охватывают уже всю ширину образца вдали от отверстия, как и при деформировании пластины без концентратора напряжения (состояния 4 и частично 3). Во всех этих пластических областях происходят сдвиги (скольжения) вдоль областей, уменьшение толщины пластины и растяжение ее.

На рис 2 показано поле нормальных перемещений образца (состояние 4) перед разрушением (для наглядности перемещения направлены вверх).

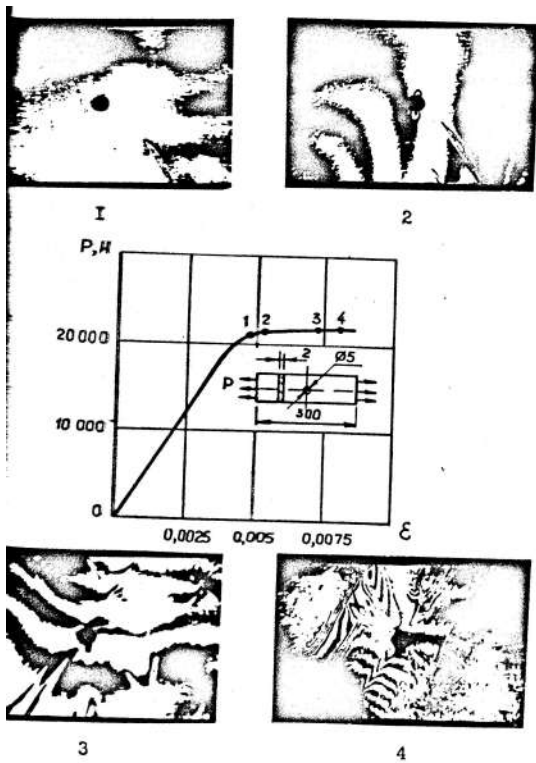


Рис. 1. Голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование (перемещения поперек плоскости) образца с отверстием 5 мм

На рис. 3 показана голографическая интерферограмма, характеризующая типичный процесс локального пластического деформирования образца из алюминиевого сплава Д16Т с отверстием уже 10 мм. Слева на рисунке приведены результаты расшифровки спекл-интерферограммы, которая одновременно совмещена по описанной выше методике с голографической интерферограммой. Стрелками показаны направления перемещений недеформированных областей

в плоскости образца. Соответственно для пяти точек указаны и перемещения в микрометрах. Внизу на рисунке показаны картины полос Юнга, характеризующие направление (поперек им) и величину перемещений (по густоте полос), определенных по формуле 2. Как видно из рисунка, вблизи отверстия образуются треугольные упруго деформируемые зоны, которые вдоль пластических полос движутся к средней линии образца. Пластически недеформированные области вдали от отверстия расходятся в направлениях растяжения.

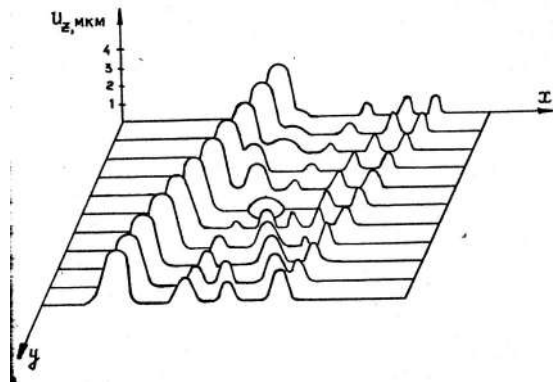


Рис. 2. Поле нормальных перемещений (углубления по толщине образца для наглядности направлены вверх), соответствующее голографической интерферограмме состояния 4 (рис. 1)

В образце с отверстием десять миллиметров все локальное пластическое деформирование сосредоточено вблизи отверстия практически до самого разрушения образца (в отличие от образца с отверстием пять миллиметров).

Приведенные голографические интерферограммы двойной экспозиции локального пластического деформирования растягиваемых пластин из алюминиевого сплава Д16Т с отверстиями 5 и 10 миллиметров отражают общую закономерность характера пластического деформирования: в первом случае, когда упрочнится область вблизи отверстия, пластическое деформирование происходит также вдали от него (отверстия) и вся пластина локально пластически деформируется; а во втором – пластическое деформирование сосредоточено вблизи отверстия практически до появления трещины у отверстия.

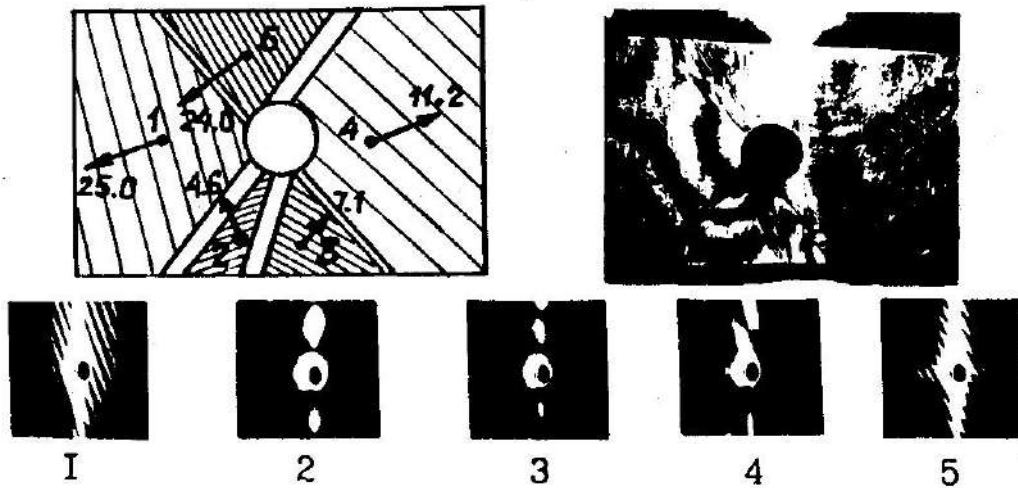


Рис. 3. Локализованное пластическое деформирование образца с отверстием 10 мм

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горб М.И., Капринос Д.М., Островский А.А. Экспериментальное исследование влияния деформационной анизотропии на упруго-пластические свойства тонколистовой стали // Пробл. прочности. 1970. - № 7. - С. 25-30.
2. Полонский В.Ю. Расшифровка голографических и спекл-интерферограмм, характеризующих пластическое деформирование в областях полос Людерса-Чернова. Наук. вісник будівництва - Харків: ХОТБ АБУ, 2012.- Вип. 69. - С. 408-412.
3. Вест Ч. Голографическая интерферометрия / Пер. с англ. Под ред. Ю.И. Островского. М.: Мир, 1982. - 504 с.
4. Островский Ю.И., Бугусов М.М., Островская Г.В. Голографическая интерферометрия. М.: Наука, 1977. - 336 с.
5. Оптическая голография: Практические применения / Под ред. В. М. Гинзбург, Б. М. Степанова. М.: Сов. Радио, 1973. - 240 с.
6. Гинзбург В.М., Степанов Б.М. Голографические измерения. М.: Радио и связь, 1981.- 297с.
7. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия / Пер. с англ. Под ред. Г.В.Скродского. М.: Мир, 1986. - 327 с.

УДК 624.012

Яровой С.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЫМОВЫХ ТРУБ ОАО «ТАГАНРОГСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД» ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ

В настоящее время актуальной задачей является оценка технического состояния и определения эксплуатационной пригодности металлических дымовых и вытяжных труб после длительных сроков эксплуатации. Металлические дымовые и вытяжные трубы, возведенные во времена бурного развития промышленности (60-тые – 80-тые годы XX

столетия), эксплуатируются до настоящего времени в условиях сильного агрессивного воздействия. Диагностика их технического состояния и своевременный ремонт по результатам диагностики, позволяют увеличивать сроки безопасной и надежной эксплуатации металлических дымовых и вентиляционных труб.