

Полонский В.Ю., Севидов С.М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002; e-mail: vladimirpolon@ukr.net; orcid.org/0000-0003-3769-7131;
orcid.org/0000-0002-9927-9237)

ЛОКАЛИЗОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ГАЛТЕЛЕОБРАЗНЫХ РАСТЯГИВАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН, НАБЛЮДАЕМОЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Зафиксированы процессы образования локализованных пластических областей в металлических пластинах галтелеобразной формы с помощью метода голографической интерферометрии и определены перемещения в плоскости с помощью метода спекл-интерферометрии.

Ключевые слова: локализация, пластическая деформация, голографическая интерферометрия, металлы, концентраторы напряжений.

Часть конструкционных металлов деформируются пластически не равномерно, а локализовано. Такие локализованные области наблюдали на полированных образцах в виде полос Людерса-Чернова. Открытие метода голографической интерферометрии позволило наблюдать локализованные перемещения на микроскопическом уровне (так как чувствительность для красного луча лазера 0,315 микрометра). Раньше установлено, что такие наклонные локализованные пластические области представляют собой результат сдвигов вдоль этих полос, расширения областей вдоль растяжения и утоньшения образцов (образование шейки) [1]. Также установлено [2] удивительное свойство такого локализованного пластического деформирования, что в этих областях образцы упрочняются и из первоначально макроскопически однородного металла получается композиционный материал. (Прочность вдоль полос Людерса-Чернова примерно на треть больше по сравнению с прочностью пластически недеформированных участков).

Изучалось пластическое деформирование галтелеобразных пластин из алюминиевого сплава Д16Т с размерами 300x40x2 мм двух видов с различными размерами скруглений. На разрывной машине образцы растягивались и выводились на площадку текучести и после этого последовательно получали голографические интерферограммы. Для исследования локального пластического деформирования

вблизи скруглений применялся метод голографической интерферометрии во встречных пучках по схеме Денисюка. Оказалось довольно удобным для изучения локального деформирования материалов совмещение методов голографической и спекл-интерферометрии [3-13]. 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 образца 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. Выполнялась одна экспозиция расширенным лучом лазера; после чего проводилась малое приращение деформации образца и производилась вторая экспозиция. После этого выполнялась химическая обработка фотосреды голограммы и сушка.

Для определения нормальных к плоскости образца перемещений используется формула:

$$U_z = \frac{\lambda N}{2}, \quad (1)$$

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:

$$U_n = \frac{\lambda l}{S}, \quad (2)$$

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

На рис. 1 показаны голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование образца галтелеобразной формы. Сначала (положение 1) пластические области образуются в узкой плоской части образца в виде полос Людерса-Чернова под углом 60 градусов к оси растяжения, как в гладких пластинах [1]. Они подходят по мере нагружения (за счет упрочнения [2] материала в пластических полосах) пластины (положения 2-3) к утолщенной части и пытаются выгнуться в сторону узкой части пластины. Но затем по мере значительной пластической деформации пластические области меняют направление выпуклости в сторону части пластины большего сечения (положение 4). Так образуется пластический шарнир, вдоль которого происходят скольжения - вращения вдоль него (положение 4).

На рис. 2 приведены голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование растягиваемой пластины галтелеобразной формы, но со скруглениями большого радиуса. Как и в предыдущем случае локальные пластические области образуются в узкой части пластины. По мере увеличения нагрузки они приближаются к более широкой части. Пластическая деформация происходит одновременно в узкой и широкой частях пластины. На рисунке видно, что образуется временный пластический шарнир, выпуклый в сторону узкой части пластины (положения 2-3). Можно ожидать, что при увеличении нагрузки образца, как и в предыдущем случае, а также, как и в образ-

цах с симметричными вырезами [14], пластический шарнир повернется выпуклостью в сторону широкой части пластины.

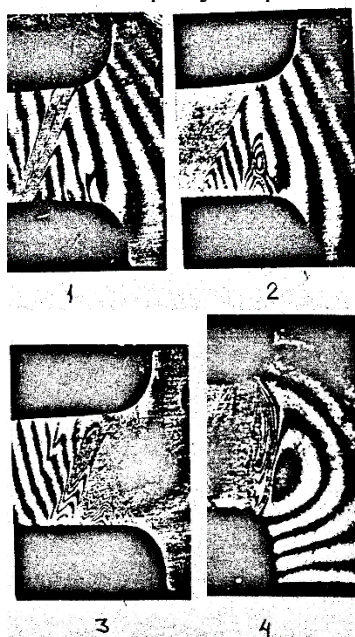


Рис. 1. Голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование галтелеобразной растягиваемой (по горизонтали) пластины

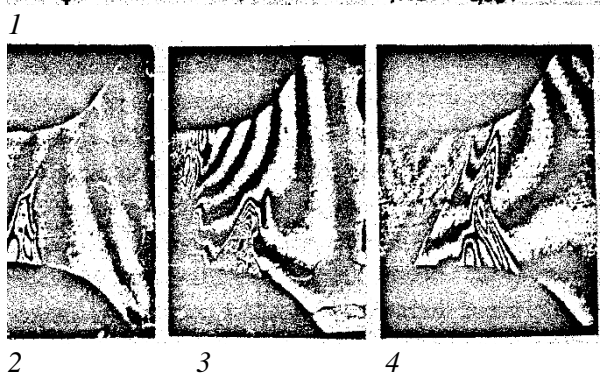
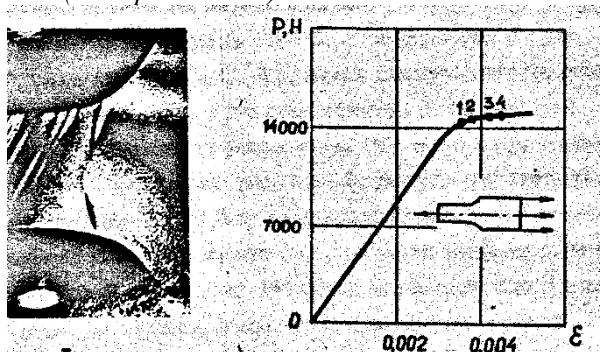


Рис. 2. Голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование галтелеобразной растягиваемой (по горизонтали) пластины (вначале пластический шарнир пытается образоваться выпуклостью в узкую часть пластины)

На рис. 3 приведены поля изолиний – результаты расшифровки голографической интерферограммы, показанной на рис 2, положение 4. На рис. 3, а приведено поле изолиний нормальных к пластине перемещений в микрометрах. Как видно в двух локальных пластических областях происходит образование шейки. С правой стороны пластическая шейка движется от нижней границы пластины вверх. На рис. 3, б показано поле изолиний перемещений пластины, разделенной пластическими областями, вдоль ее растяжения (по горизонтали). Как видно, пластина растягивается за счет расширения пластины в пластических областях. Вне пластических областей части пластины перемещаются как недеформированные. На рис. 3, в приведено поле изолиний перемещения пластины вблизи пластических областей поперек оси растяжения. Видно, что вдоль пластических областей (заштрихованные участки) происходят скольжения частей пластины как жестких тел.

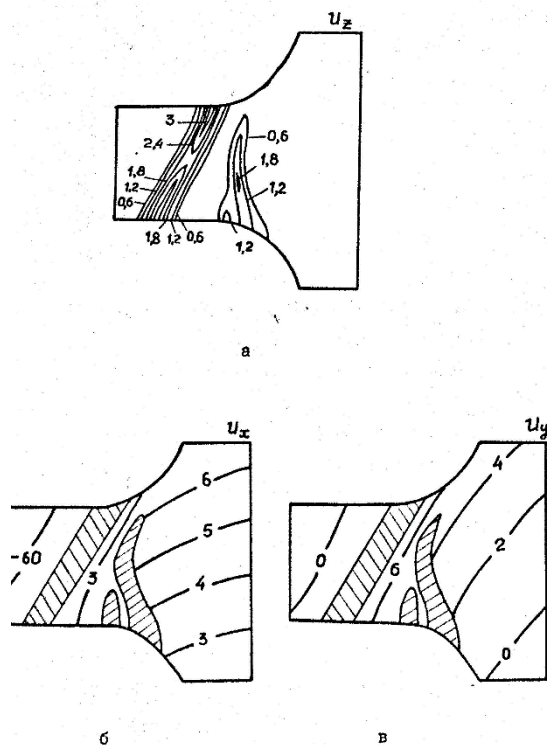


Рис. 3. Поля перемещений (поля изолиний в микрометрах) пластины соответственно голографической интерферограмме 4 (рис. 2): а) нормальные к плоскости пластины перемещения в пластических областях (образуются шейки); б) перемещения вдоль оси растяжения; в) перемещения поперек оси растяжения

Таким образом, в пластинах галтелеобразной формы локальное пластическое деформирование сначала происходит в узкой части пластины, как и в случае гладких пластин. По мере упрочнения пластины пластические области подступают к утолщенной части и пытаются образоваться пластический шарнир, выпуклый в сторону узкой части пластины. Однако дальнейшая пластическая деформация происходит за счет образования пластического шарнира, выпуклого в сторону широкой части пластины, как и в случае в пластинах с глубокими симметричными вырезами (только одностороннего шарнира). В локальных пластических областях и в пластическом шарнире происходят скольжения и утоньшения пластины.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Полонский В.Ю. Расшифровка голографических и спекл-интерферограмм, характеризующих пластическое деформирование в областях полос Людерса-Чернова. Научный вестник строительства - Харьков: ХОТВ АБУ, 2012. - Вып. 69. С. 408-412.
2. 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.
3. Вест Ч. Голографическая интерферометрия / Пер. с англ. Под ред. Ю.И. Островского. М.: Мир, 1982. 504 с.
4. Островский Ю.И., Бутусов М.М., Островская Г.В. Голографическая интерферометрия. М.: Наука, 1977. 336 с.
5. Гинсбург В.М., Степанов Б.М. Голографические измерения. М.: Радио и связь, 1981. 297 с.
6. Кольер Р., Берискор Т.К., Лин Л. Оптическая голография/ Пер. с англ. М.: Мир, 1973. 685 с.
7. Денисюк Ю.Н. Об отражении физических свойств объекта в волновом поле рассеянного излучения // Докл. АН СССР. 1962. Т. 144, № 5. С. 1275-1278.
8. Жилкин В.А. Сравнительный анализ возможностей методов голографической интерферометрии и голографического муара при решении плоских задач механики деформируемой среды // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. 1981. № 10. С. 132-136.

9. Жилкин В.А. Интерференционно-оптические методы исследования деформированного состояния // Зав. Лаб. 1981. № 10. С. 57-63.
10. Волков И.В. Использование спекл-интерферометрии при исследовании напряженно-деформированного состояния // Эксперим. методы исследов. деформаций и напряжений. К. 1983. С. 64-71.
11. Волков И.В. Применение спекл-голографии для измерения компонент деформации натуральных конструкций // Материалы VII Всесоюз. школы по голографии. Л. 1975. - С. 305-313.
12. Волков И.В. Измерение поля напряжений и деформаций натурального образца вблизи концентраторов напряжений с помощью спекл-голографии // Проблемы прочности. 1975. - № 9. - С. 89-91.
13. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия / Пер. с англ. Под ред. Г.В.Скродского. М.: Мир, 1986. 327 с.
14. Полонский В.Ю., Севидов С.М. Локализованное пластическое деформирование вблизи концентраторов напряжений растягиваемых металлических пластин, наблюдаемое с помощью метода голографической интерферометрии. Науковий вісник будівництва - Харків: ХОТБ АБУ, 2017.- Т. 89, № 3. С. 196-199.

Полонський В.Ю., Севідов С.М. ЛОКАЛІЗОВАНЕ ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ГАЛТЕЛІСОБРАЗНИХ РОСТЯГУВАНИХ МЕТАЛЕВИХ ПЛАСТИН, СПОСТЕРІГАЄМЕ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФІЧНОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ. Зафіксовані процеси створення локалізованих пластичних областей в металевих пластинах галтелеобразної форми за допомогою метода голографічної інтерферометрії та визначені переміщення в площині за допомогою метода спекл-інтерферометрії.

Ключові слова: локалізація, пластична деформація, голографічна інтерферометрія, метали, концентратори напруг.

Polonsky V.U., Sevidov S.M. LOCAL PLASTICS STRAINING OF QUIRK CHARACTER STRETCHABLE METAL PLATES, WERE FIXED WITH HELP OF METHOD GOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY. Processes of appearance of local plastics regions of metal quirk character plates, were fixed with help of method golographic interpherometry and determine plate displacements with help of method specl-interpherometry.

Key words: local, plastic deformation, golographic interpherometry, metals, stress concentrators.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-94-4-260-265

УДК 625.073

Фоменко Г.Р.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків 61002, Україна, e-mail: rp@khadi.kharkov.ua)*

ОЦІНКА СТАНУ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ МІСТ

Зростання інтенсивності руху на території міст сприяє зниженню пропускної здатності і швидкості руху на вулично-дорожній мережі. Збільшення щільності транспортних потоків супроводжується небезпечними конфліктними ситуаціями та дорожньо-транспортними пригодами. На розвиток цих ситуацій також впливає велика кількість припаркованих автомобілів, які ускладнюють умови руху та погіршують стан навколишнього середовища.

Ключові слова: транспортний потік, пропускна здатність, вулично-дорожня мережа, безпека руху, паркування.

Вступ. Останні роки характеризуються значним розширенням автомобільного парку. В цих умовах на життя і розвиток міст є, як позитивний, так і негативний

вплив. Зміни та різноманітність транспортних потоків супроводжуються ускладненням умов руху по вулично-дорожній ме-