

засобів з хвилястою поверхнею і методики оцінки рівності по Міжнародному критерієм рівності (IRI) запропонована методологія поздовжнього нівелювання покриття. Обґрунтовано необхідна міцність і необхідні для цих цілей геодезичні інструменти. Запропоновано більш сучасна методика нівелювання покриття по смузі накату, що дозволяє за допомогою геодезичних вимірювань отримати більш повний, достовірний банк даних щодо мікропрофілю покриття.

**Ключові слова:** Рівність, міцність дорожніх одягів, надійність, достовірність, вихідні дані, поздовжній профіль покриття, нівелювання, точність геодезичних вимірювань.

**Ryapukhin V. M. THE USE OF PRECISION LEVELS FOR SURVEYING MICRO PROFILES OF**

**PAVEMENT COVERING.** The problem of using data on measuring and estimating the level of roads for the purposes of calculating road clothes is considered. On the basis of a joint analysis of the physics of the interaction of wheeled vehicles with undulating surfaces and the method for estimating the smoothness of the International Evenness Criterion (IRI), a methodology for longitudinal leveling of the coating is proposed. The required strength and necessary for these purposes geodetic tools are substantiated. A more modern method for leveling the cover over the overcast line is proposed, which allows using geodetic measurements to obtain a more complete, reliable data bank with respect to the micro-profiles of the coating.

**Keywords:** Smoothness, durability of road clothes, reliability, input data, longitudinal coating profile, leveling, accuracy of geodetic measurements.

УДК 539.374: 620.172/.176:778.38

**Полонский В.Ю., Севидов С.М.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: valeraukr1971@gmail.com)*

### **ЛОКАЛИЗОВАННОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ВБЛИЗИ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ РАСТЯГИВАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН, НАБЛЮДАЕМОЕ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ**

Зафиксированы процессы образования локализованных пластических областей в металлических пластинах с концентраторами напряжений 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.

Удивительное свойство локализованного пластического деформирования некоторых металлов можно наблюдать с помощью очень чувствительного метода голографической интерферометрии. Он позволяет фиксировать пластические области на уровне микроскопических перемещений. 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, чем в упруго деформированных областях. Известна также технология искусственного

упрочнения лопаток компрессора газотурбинных двигателей, в которой упрочняются задние кромки лопаток с помощью накатки роликами. В статье [2] также установлено, что характер деформирования в локализованных пластических областях таков: скольжение (сдвиговые перемещения) вдоль пластической области, образование шейки (утонышение образца) и перемещения вдоль оси растяжения образца.

Для исследования локального пластического деформирования вблизи концентраторов напряжений применялся метод голографической интерферометрии во встречных пучках по схеме Денисюка. Образцы из алюминиевого сплава Д16Т с размерами 300x40x2 мм с концентраторами напряжений 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. Образцы были растянуты на разрывной машине за предел текучести, затем выполнялась одна экспозиция расширенным лучом лазера; после чего проводилась малое приращение нагрузки на образцы и производилась вторая экспозиция. После этого выполнялась химическая обработка фотосреды голограммы и сушка.

Для определения нормальных к плоскости образца перемещений используется формула 1:

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

где  $\lambda$  - 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 с двумя щелевыми вырезами. Сначала пластические области образуются у

вершин вырезов. У вершин вырезов происходят скольжения из плоскости пластины под углами в пределах 45-60 градусов, а также утоньшения образца в образующихся лунках. Затем при увеличении нагрузки пластические области увеличиваются и стремятся соединиться друг с другом (с противоположных сторон). В результате на завершающем этапе пластические области объединяются и образуется пластический шарнир. Таким образом происходят уже пластические скольжения совершенно другого рода: по границам пластического шарнира происходят вращения двух частей пластины. Количественные значения и характер вращения можно видеть на рис. 2 (слева показаны перемещения вдоль оси растяжения (по горизонтали), а справа – поперек).

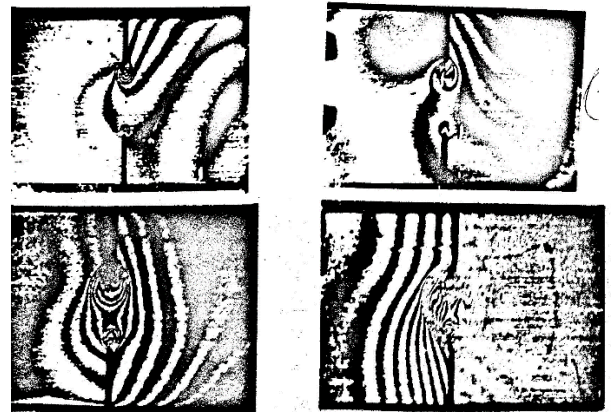


Рис. 1. Голографические интерферограммы, характеризующие локальное пластическое деформирование пластины с щелевыми вырезами (на последней интерферограмме виден образовавшийся пластический шарнир)

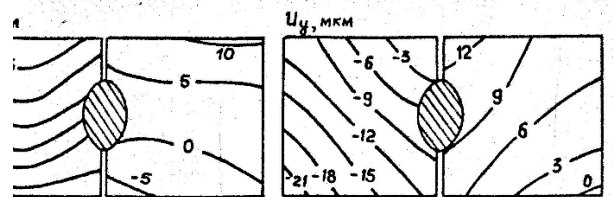


Рис. 2. Поля перемещений (в микрометрах) пластины вблизи пластического шарнира (слева вдоль оси растяжения (по горизонтали) и справа поперек оси растяжения)

На рис 3 показаны голографические интерферограммы, характеризующие пластическое деформирование пластины с круглыми вырезами при растяжении пластины по горизонтали. Пластические области зарождаются у вершин вырезов и движутся друг к другу. На завершающем этапе

они соприкасаются и образуется пластический шарнир, как и в образце с щелевыми вырезами. На рис. 4 показаны поля перемещений в плоскости пластины, соответствующие состоянию образования пластического шарнира (слева - перемещения образца вдоль оси растяжения, а справа – поперек). На последнем рисунке видно, что пластина растягивается в пластических областях и вращается вдоль пластического шарнира.



Рис. 3. Голографические интерферогаммы, характеризующие локальное пластическое деформирование пластины с круглыми вырезами

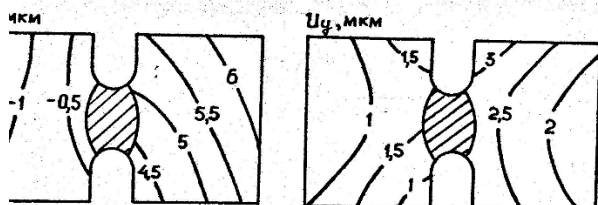


Рис. 4. Поля перемещений (в микрометрах) пластины вблизи пластического шарнира (слева вдоль оси растяжения (по горизонтали) и справа поперек оси растяжения)

На рис. 5 приведены голографические интерферогаммы, характеризующие локализованное пластическое деформирования пластины с клиновидными вырезами. Как и в предыдущих двух случаях, пластические области появляются у концентраторов напряжений, развиваются и объединяются в пластический шарнир. На рис. 6 показаны поля перемещений в плоскости образца вдоль оси растяжения (слева) и поперек (справа) в состоянии образованного пластического шарнира.

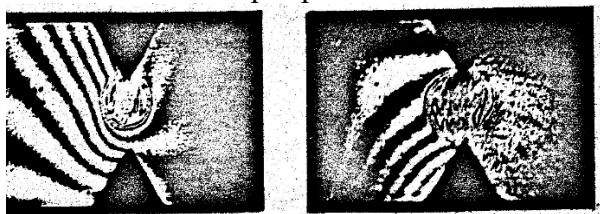


Рис. 5. Голографические интерферогаммы, характеризующие локальное пластическое деформирование пластины с клиновидными вырезами

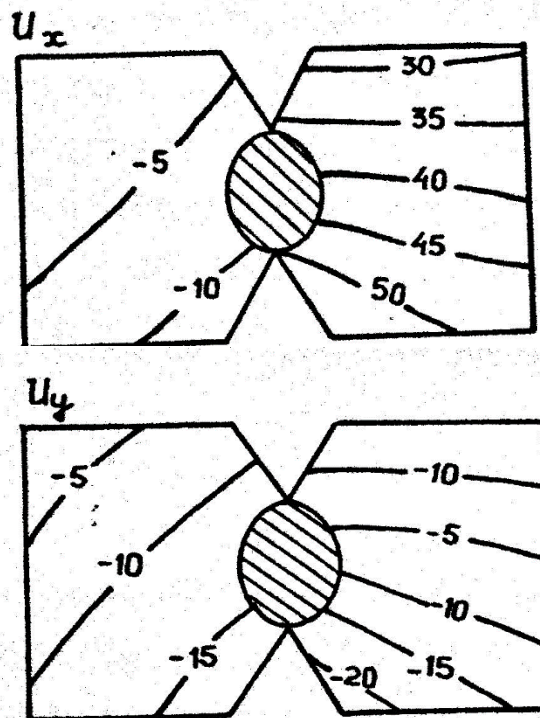


Рис. 6. Поля перемещений (в микрометрах) пластины вблизи пластического шарнира (слева вдоль оси растяжения (по горизонтали) и справа поперек оси растяжения)

Таким образом, в пластинах с различными глубокими симметричными концентраторами напряжений (вырезами) пластическое деформирование на начальных этапах отличается с небольшой разницей в характере, а на завершающих этапах перед разрушением происходит единообразно – образованием пластического шарнира, по границам которого происходит скольжение-вращение упруго-деформируемых частей пластин.

**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-интерферогаммы, характеризующих пластическое деформирование в областях полос Людерса-Чернова. Наук. вісник будівництва - Харків: ХОТВ 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. - 297 с.
7. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия / Пер. с англ. Под ред. Г.В.Скратского. М.: Мир, 1986. - 327 с.

**Полонський В.Ю., Севідов С.М. ЛОКАЛІЗОВАНЕ ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ПОБЛИЗУ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУГИ МЕТАЛЕВИХ ПЛАСТИН, ЩО РОЗТЯГУЮТЬСЯ, ЯКЕ СПОСТЕРІГАЛИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ГОЛОГРАФІЧНОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ**  
Зафіксовані процеси створення локалізованих пластичних областей в металевих пластинах з концент-

раторах напруг 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 AROUND OF STRESS CONCENTRATORS OF STRETCHABLE METAL PLATES, WERE FIXED WITH HELP OF METHOD GOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY.**

Processes of appearance of local plastics regions of metal plates with stress concentrators, were fixed with help of method holographic interferometry and determine plate displacements with help of method specl-interferometry.

**Key words:** local, plastic deformation, holographic interferometry, metals, stress concentrators.

УДК 539.374

**Валентинов В.В.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: valeraukr1971@gmail.com)*

### ПРОБЛЕМА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКИ МЕНЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКИ

В статье рассматривается компенсация реактивной мощности предприятия с динамично меняющейся нагрузкой, включенной в цепь питающего трансформатора. Проведен анализ влияния режимов компенсации на работу системы электроснабжения предприятия, который позволил выбрать оптимальный режим компенсации реактивной мощности.

**Ключевые слова:** компенсация, реактивная мощность, эквивалентная нагрузка, недокомпенсация, перекомпенсация, векторная диаграмма, схема замещения, потери напряжения, резонанс напряжения, высшие гармоники периодического сигнала.

Одним из основных вопросов при эксплуатации системы электроснабжения промышленного предприятия, является компенсация его реактивной мощности, возникающей в его оборудовании. Основными производителями реактивной мощности предприятий являются: электрические двигатели (60%-65%), трансформаторы (20%-25%), электрические сети и прочие приемники (10%-15%).

Реактивная мощность является частью потребляемой полной мощности. Полная комплексная мощность  $\dot{S}$  однофазного приемника определяется согласно выражения:

$$\dot{S} = \dot{U} \cdot \dot{I}^* = U \cdot I e^{\pm j\varphi} = UI \cos\varphi \pm jUI \sin\varphi = P \pm jQ, \quad (1)$$

где  $\dot{U}$  – комплексное значение напряжения на зажимах приемника;  $\dot{I}^*$  – сопряженное комплексное значения тока, протекающего через приемник;  $U, I$  – действующие значения напряжения и тока соответственно;  $\varphi$  – угол сдвига фаз между вектором напряжения и вектором тока;  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = UI$  – полная мощность потребляемая приемником;  $P = U \cdot I \cos\varphi = S \cos\varphi = I^2 R$  – активная мощность, потребляемая приемником, где  $R$  - активное сопротивление приемника;  $Q = U \cdot I \sin\varphi = S \sin\varphi = I^2 X$  – реактивная мощность, потребляемая приемником, где  $X$  - реактивное сопротивление приемника.

Знак в формуле (1) зависит от характера реактивной нагрузки приемника. Если