

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРТИН НАПРЯЖЁННЫХ ЭФФЕКТОВ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

*Национальный технический университет,
«Харьковский политехнический институт», Украина*

В работе рассматривается использование метода имиджевой интерполяции и экстраполяции совместно с экспериментальным поляризационно-оптическим методом на примере исследования картин напряжённого состояния пластины.

Постановка проблемы. В экспериментальной механике для наблюдения за изменениями полей напряжений и деформаций в нагруженных элементах конструкций часто используются различные оптические методы. Они основаны на явлениях фотоупругости, геометрического и интерференционного муара, голографической и лазерной спектроинтерферометрии и др. Общими недостатками этих методов являются сложность в практической реализации, недостаточная точность, большая трудоёмкость и постоянно возрастающая стоимость исследований. В этой связи целесообразно для анализа предельных состояний технических объектов совместно осуществлять экспериментальное и геометро-теоретическое исследование. Такой подход предполагает уточнение и дополнение экспериментальных испытаний результатами, полученными геометрическим методом имиджевой интерполяции и экстраполяции.

Анализ литературы. Для решения задач деформирования и прочности упругих конструкций разработано множество методов экспериментального моделирования. Наиболее известным и распространённым является поляризационно-оптический метод (метод фотоупругости), который позволяет проводить исследования полей напряжений (деформаций) с применением плоских и пространственных моделей конструкций (или их зон), изготовленных из прозрачных материалов, обладающих ярко выраженным физическим свойством - так называемой оптической чувствительностью [1]. Основными недостатками этого метода являются: необходимость выполнения точной модели из оптически чувствительного материала; необходимость проведения тарировки оптически чувствительного материала; необходимость использования специального оборудования (полярископы, полярометры, поляризационно-проекторные установки и др.).

Применение геометрического метода исследования механических полей позволяет на аналитическом и графическом уровне моделировать

картины напряжённого состояния объектов, получать их промежуточные и последующие изображения, сокращать количество экспериментов. В работах Куценко Л.М. и Шоман О.В. [2, 3] рассмотрено формообразование геометрических объектов разнообразных процессов на основе теории параллельных поверхностей. Приводятся теоретические основы метода имиджевой интерполяции и экстраполяции. Рассмотрена задача прогнозирования промежуточных и последующих фаз развития внешнего контура пожара [3, 4].

Постановка задачи. Цель исследования – осуществить геометрическое описание механического процесса напряжённо-деформированного состояния пластины от сосредоточенной нагрузки на основе теории R-функций и метода имиджевой интерполяции и экстраполяции.

Основная часть. Для эффективного использования экспериментально-геометрического подхода требуется развитие существующего алгоритма исследования имиджевой интерполяции и экстраполяции применительно к механическим картинам напряжённого состояния деталей [5].

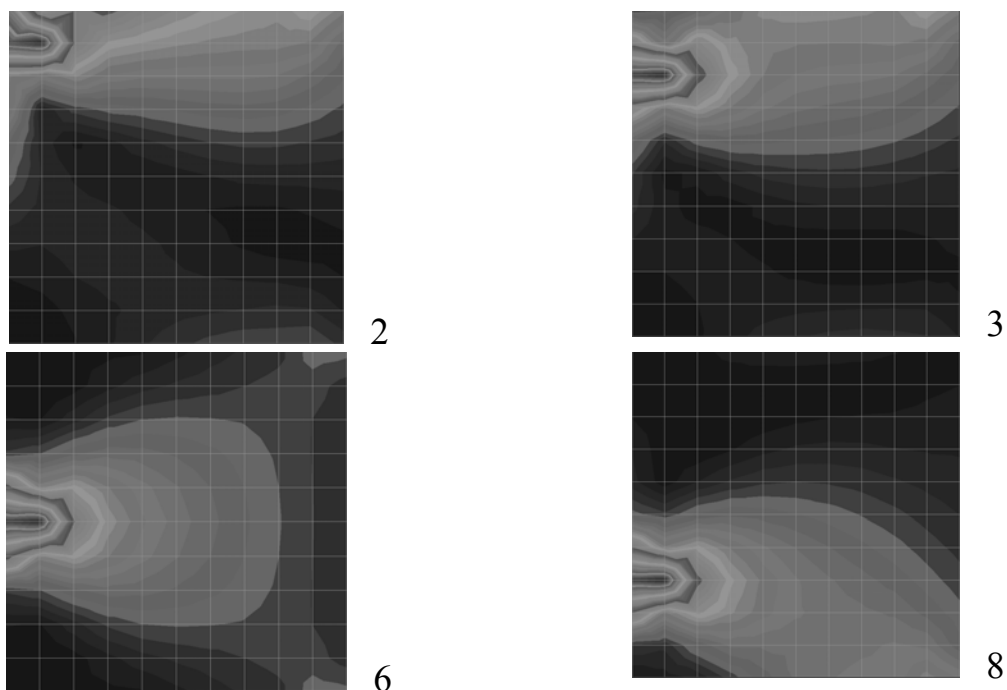


Рисунок 1. Картины внутренних напряжённых эффектов в пластине.

На первом этапе за основу выбираются изображения плоских контуров полученные экспериментальным поляризационно-оптическим методом. При этом рекомендуется внешние границы изображения контура выбирать постоянными, вследствие чего изменение изображения картины происходит только во внутренней области этой механической среды. В качестве первого примера такого физического поля выберем изображения напряжённого состояния металлической пластины. Пластина жёстко

закреплена с одной стороны и испытывает сжатие сосредоточенной силой. Размеры пластины 100×100×10 мм. На рисунке 1 показаны различные картины внутренних напряжённых эффектов пластины в зависимости от разного места приложения нагрузки.

На втором этапе согласно основам алгоритма геометрического метода имиджевой интерполяции и экстраполяции проводится оцифровка картин напряжённого состояния пластины и с помощью теории R-функций составляется логическое уравнение напряжённого поля. Пример оцифровки изображения для второго случая нагружения пластины и его единого логического уравнения показан на рисунке 2 и формуле 1.

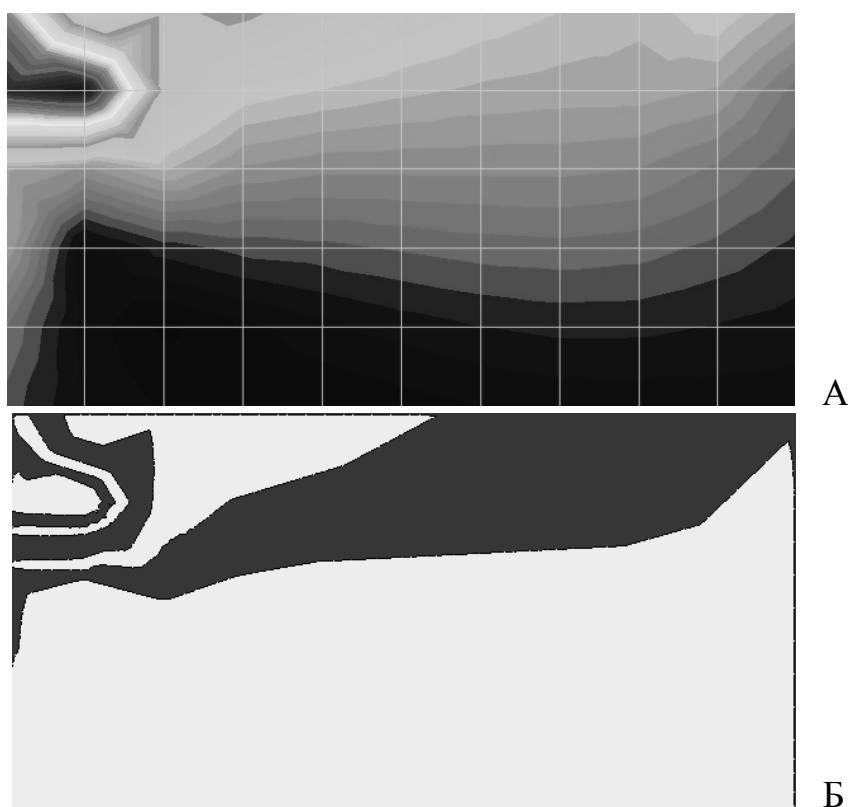


Рисунок 2. Увеличенное (А) и оцифрованное (Б) изображение картины напряжённых эффектов в пластине

$$\begin{aligned}
 \text{Fff_2} := & \text{diz}(\text{con}(\text{f5}, \text{diz}(\text{con}(\text{diz}(\text{con}(\text{diz}(\text{otr}(\text{f40}), \text{otr}(\text{f41})), \text{con}(\text{otr}(\text{f42}), \text{f43})), \\
 & \text{otr}(\text{f46}), \text{otr}(\text{f47}), \text{otr}(\text{f48}))), \text{con}(\text{con}(\text{f5}, \text{con}(\text{diz}(\text{con}(\text{f33}, \text{f34}), \text{con}(\text{otr}(\text{f35}), \text{f3} \\
 & \text{6})), \text{diz}(\text{con}(\text{f39}, \text{f38}), \text{f37}))), \text{diz}(\text{con}(\text{con}(\text{con}(\text{con}(\text{otr}(\text{con}(\text{otr}(\text{f19}), \text{otr}(\text{f20}))), \\
 & \text{f21}), \text{con}(\text{con}(\text{otr}(\text{f22}), \text{otr}(\text{f23})), \text{f24})), \text{f5}), \text{diz}(\text{con}(\text{con}(\text{con}(\text{diz}(\text{f6}, \text{otr}(\text{f7})), \text{co} \\
 & \text{n}(\text{f8}, \text{f9})), \text{con}(\text{con}(\text{otr}(\text{f10}), \text{otr}(\text{f11})), \text{f12})), \text{f5}), \text{con}(\text{diz}(\text{diz}(\text{con}(\text{otr}(\text{f13}), \text{otr}(\text{f1} \\
 & \text{4})), \text{otr}(\text{f15})), \text{diz}(\text{diz}(\text{f16}, \text{f17}), \text{otr}(\text{f18}))), \text{f5}))), \text{con}(\text{f5}, \text{diz}(\text{diz}(\text{con}(\text{con}(\text{otr}(\text{f25} \\
 & \text{), \text{otr}(\text{f26})), \text{f27}), \text{diz}(\text{otr}(\text{f28}), \text{f29})), \text{diz}(\text{con}(\text{otr}(\text{f30}), \text{f31}), \text{f32}))))))):
 \end{aligned} \tag{1}$$

На основе формул имиджевой интерполяции и экстраполяции получают промежуточные и последующие картины напряжённых эффектов в пластине.

Выводы. Учитывая вышесказанное, актуальными являются экспериментально-геометрические исследования картин внутренних механических процессов для элементов технических конструкций. Данный подход позволяет получать качественно более полные и достоверные результаты о поведении экспериментальных образцов, чем обычно применяемые методы.

Литература

1. *Щемелева Е.В.* Поляризационно-оптический метод исследования напряжений. / *Щемелева Е.В., Малахов А.Г., Водолагина С.К.* // Сборник докладов. – Ленинград, ЛОЛГУ, 1959, 451с.
2. *Куценко Л.М.* Метод іміджевої інтерполяції та екстраполяції / Л. М. Куценко, О. В. Шоман, А. В. Ромін // Труды ТГАТУ. – Мелитополь, 2001. – Вып. 4, т. 12. – С. 15–20.
3. *Шоман О.В.* Параллельні множини в геометричному моделюванні явищ і процесів / *Шоман О.В.* – Харків, НТУ «ХП», 2007, 287с.
4. *Анисимов К.В.* Геометрическое моделирование семейства кривых с учётом влияния предыдущих элементов на следующие: Диссертация ... к.т.н. / *Анисимов К.В.* – Харьков., 2011. -192 с.
5. *Шоман О.В.* Геометрическое моделирование изменения изображения внутренней области зуба /*Шоман О.В., Бережной В.О./*. Прикл. геом. и инж. графика / Труды ТГАТУ – Вып.4, Т.56. – Мелитополь 2013. – с. 237-240.

СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАРТИН НАПРУЖЕНИХ ЕФЕКТІВ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

В.О., Бережной, О.В. Шоман

У роботі розглядається використання методу іміджевої інтерполяції і екстраполяції спільно з експериментальним поляризаційно-оптичним методом на прикладі дослідження картин напруженого стану пластини.

CREATION of EXPERIMENTAL-GEOMETRICAL MODEL of PICTURES RESEARCH of TENSE EFFECTS of CONSTRUCTIONS ELEMENTS

V. Berezhnoy, O. Shoman

The use of method of imaginary interpolation and extrapolation is in-process examined jointly with an experimental polarization-optical method on the example of research of pictures of the tense state of plate.