

УДК 620.171.3, 53.072.11

*А.А.ТЕСЛЕНКО*, канд.физ.-мат.наук, НТУ «ХПИ», Харьков

## ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ФОТОУПРУГОСТИ КАК ОБЪЕМНАЯ

У роботі розглядається метод фотопружності для плосконапруженого циліндричного тіла. Визначено, що незважаючи на плоский стан напруг, обговорювані методи носять томографічний характер і є стійкими. Визначено ступінь складності завдання для пошуку напруг й імітаційного моделювання напруженого тіла.

Photoelasticity method is considered for plane strain cylindrical body in this paper. In spite plane nature of the stress, under discussioned methods have tomography nature and are robust. Degree to difficulties of the problem for determined stress and simulation modeling of the stress body had determined.

**1. Введение.** Сообщество разработчиков (людей, занимающихся совершенствованием методологии) метода фотоупругости никогда не было очень обширным. Однако в последние годы появляются новые группы специалистов в этой области в противоположность 1980-90-м годам, когда наблюдался глубокий спад в использовании этого метода. Связано это с востребованностью метода фотоупругости в условиях новых технологий и задач.

**2. Актуальность рассматриваемой проблемы.** В настоящее время публикаций по моделированию напряжений в узлах механизмов методом фотоупругости мало (имеется в виду моделирование механизмов из пьезооптически активных материалов с последующим изучением напряжений методом фотоупругости в различных условиях нагружения). В основном метод фотоупругости сейчас применяется непосредственно к телам, напряженное состояние которых нас интересует [1-6].

**3. Постановка задачи.** В работах [1-6] рассматриваются плоские задачи фотоупругости. Тела представляют собой пластины с плоскими напряжениями. Эти пластины имеют конечную толщину. Несмотря на то, что напряжения



Рисунок 1 – Вид плосконапряженного тела в скрещенных поляроидах

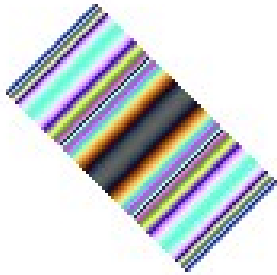


Рисунок 2 – Вид плосконапряженного тела в скрещенных поляроидах сбоку и повернутое на  $45^\circ$

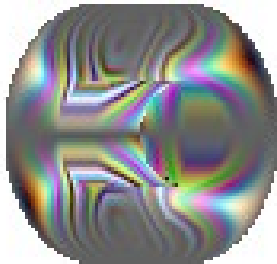


Рисунок 3 – Вид плосконапряженного тела в скрещенных поляроидах, повернутое сначала вокруг оси  $Y$ , а потом  $Z$  на угол  $45^\circ$

считаются плоскими, прохождение света через такие тела в произвольном направлении не является плоской пьезооптической задачей. Свет может проходить через плоское тело под наклоном. В этом случае плоское напряжение будет представлено 6-ю компонентами. По ходу луча напряженное состояние будет меняться, в отличие от прохождения света в перпендикулярном к плоскости тела направлении. Если плосконапряженное тело имеет существенную толщину, при пьезооптических измерениях и последующем моделировании прохождения света в произвольном направлении возникнут трудности.

Моделирование прохождения света достигается разбиением на слои участка тела по ходу луча. Задача построения уравнений фотоупругости так просто решиться не может. В данной работе рассматривается подход, когда факт объемности игнорируется. Проще всего избежать наклонных просвечиваний и решать задачу, дополнив уравнения фотоупругости для перпендикулярного просвечивания уравнениями равновесия [1-6].

**4. Имитационное моделирование.** Определим напряжения в теле аналогично [1-6]. Исследуем погрешность методом, предложенным в [7]. Сделаем это для тела, показанного на рис. 1, имеющего неизменную толщину.

На рис. 1, 2 показан вид между скрещенными поляроидами и четвертьволновой двупреломляющей пластинкой. На рис. 3. показано то же тело в том же оптическом устройстве, только повернутое сначала вокруг оси  $Y$ , а потом  $Z$  на угол  $45^\circ$ .

**5. Выводы.** Прохождение света через напряженное тело моделируется сравнительно легко. Задача определения напряжений в объемном теле, даже в

относительно простых случаях (топографическая задача), вызывает большие сложности, требующие конкретного решения в каждом отдельном случае. Для более обобщенного подхода необходим способ быстрой разработки алгоритма и программного обеспечения. Таким способом может оказаться специализированный язык программирования.

**Список литературы:** 1. *Тесленко А.А.* Методы конечных элементов и фотоупругости // Вестник национального технического университета «ХПИ»: Тематический выпуск «Динамика и прочность машин». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005. – № 22. – С. 143-148. 2. *Тесленко А.А.* Некоторые подробности применения метода конечных элементов в фотоупругости // Вестник национального технического университета «ХПИ»: Тематический выпуск «Динамика и прочность машин». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2006. – № 21. – С. 183-186. 3. *Тесленко А.А.* Автоматизация пьезооптических измерений // Вестник национального технического университета «ХПИ»: Тематический выпуск «Динамика и прочность машин». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2006. – № 32. – С. 153-156. 4. *Тесленко А.А.* Фильтрация пьезооптических измерений в методе фотоупругости // Вестник национального технического университета «ХПИ»: Тематический выпуск «Динамика и прочность машин». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2007. – № 32. – С. 169-171. 5. *Тесленко А.А., Каплан М.С., Тиман Б.Л., Тихонова Е.В.* Систематическое исследование метода наклонного просвечивания. Часть I. // Препринт-ИМК-91-4, Харьков. – 1991. – С. 67. 6. *Тесленко А.А., Каплан М.С., Тиман Б.Л., Тихонова Е.В.* Систематическое исследование метода наклонного просвечивания. Часть II. // Препринт-ИМК-91-5, Харьков. – 1991. – С. 78. 7. *Тесленко А.А.* Систематическое исследование метода наклонного просвечивания. // Вестник национального технического университета «ХПИ»: Тематический выпуск «Динамика и прочность машин». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – № 36. – С. 167-170.

*Поступила в редколлегию 17.11.2008*