

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

ФИЛЬТРАЦИЯ ПЬЕЗООПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В МЕТОДЕ ФОТОУПРУГОСТИ

У роботі імітаційними методами досліджуються особливості застосування фільтрації вихідних та отриманих даних в методі фото пружності. Фільтрація даних використовується сумісно з методом кінцевих різниць. Знайдені обмеження запропонованого методу фільтрації.

In this article the aspects of filtering usage of input and output data of photoelasticity method are investigated by simulation methods. The filtering of data is used together with the finite difference method. Restrictions of the filtration method are found out.

1. Введение. Важное место в современной технологии занимают неразрушающие методы контроля качества производимых изделий. Одной из характеристик многих из них является уровень остаточных напряжений. В прозрачных изделиях для контроля уровня напряжений часто используется метод фотоупругости. Этот метод определения напряжений совершенствуется и автоматизируется. Одним из последних направлений усовершенствований, привлечших внимание – методы сглаживания исходных данных (изохром и т.п.), полученных результатов, комбинированные методы.

2. Актуальность рассматриваемой проблемы. В методах неявно предполагается, что все измеренные параметры приближенно отражают реально существующие напряжения. Опираясь на опыт применения метода фотоупругости, можно сказать, что часть измеренных поляризационно оптических параметров полностью или почти полностью обусловлены посторонними явлениями (царапины, каверны и т.п.). Иными словами они представляют собой шум, который желательно убрать. В таких случаях применение сглаживания может лишь испортить общую картину. Во многих случаях сглаживанию в методе фотоупругости должно предшествовать отбрасывание неприемлемой части данных (подавление шумов). Данная работа предлагает первое исследование, насколько известно автору, методов подавления шумов в фотоупругости. Методами численного моделирования показана важность методов фильтрации в этом случае.

3. Исследуемая методика измерений. В методике измерений, для которой проводились численные эксперименты, свет проходит оптическую систему, состоящую из источника света, поляризатора, исследуемого плоского тела, второго поляризатора, скрещенного с предыдущим и устройства, измеряющего интенсивность полученного света. Таких измерений делается два.

Первое – с исходной ориентацией скрещенных поляризаторов, другое – с такой же ориентацией, но повернутой на 45° . В каждой паре таких измерений определяются оптический параметр изоклины (или угол изоклины) и разность фаз. Обычно измерение делается перпендикулярно поверхности исследуемого тела. Теоретические основы методики описаны в [1]. Далее приводятся конечные формулы для определения угла изоклины (φ – угла между анализатором и быстрой оптической осью исследуемого тела в конкретной точке) и разности

фаз (Θ): $\sin^2 \frac{\Theta}{2} = \frac{I_1 + I_2}{I_0}$ и $\sin^2 2\varphi = \frac{I_1}{I_1 + I_2}$. Здесь I_1 – интенсивность света,

полученная в первом просвечивании, I_2 – интенсивность для повернутых скрещенных поляризаторов на 45° .

4. Численный эксперимент. Имитировалось прохождение прямоугольного образца сквозь, указанным выше образом устроенную, измерительную систему. В таком эксперименте определяются только сдвиговые и разность нормальных напряжений [1]. Разделение нормальных напряжений проводилось методом конечных разностей [1,2]. Имитировалось проведение измерений, начиная от края последовательно с шагом 1 мм. Образец считается квадратным с размером 10×10 см. В численном эксперименте предполагалось, что в каждой точке нормальные напряжения разделены с помощью своей независимой последовательности измерений идущей от края. Значение отбрасывается, если угол кривой до и после исследуемой точки больше 70° и имеет разный наклон.

5. Обсуждение результатов. Первый рисунок (рис. 1) – напряжения σ_{11} с большими случайными погрешностями. На рисунке максимальное значение напряжений – 5005,62, минимальное – (-5001,87). Ошибка в σ_{12} компоненте величиной 10000, появляющаяся с вероятностью 0,001. Второй рисунок (рис. 2) – напряжения σ_{11} с теми же погрешностями в тех же компонентах и той же вероятностью появления, но фильтрацией результата. На рисунке максимальное значение напряжений – 19, минимальное – (-19), что практически совпадает с модельными значениями.

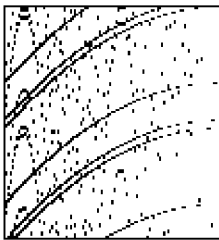


Рисунок 1

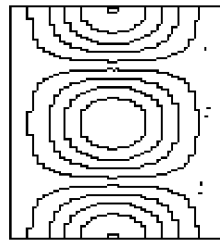


Рисунок 2

Повторены те же два опыта, с теми же исходными данными, только ошибка равна не 10000, а 10 (рис. 3, 4).

При ошибке равной 5 фильтрация почти не работает (рис. 5, 6).

Во всех опытах шаг исследования был 5 мм. На этом шаге определялась и производная.

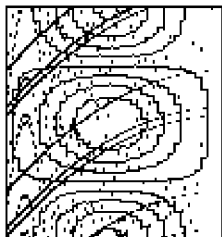


Рисунок 3

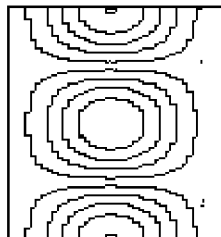


Рисунок 4

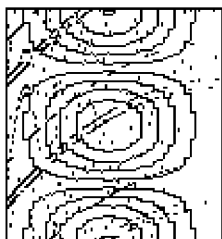


Рисунок 5

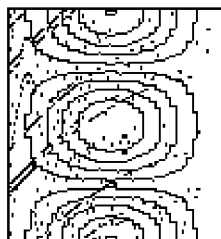


Рисунок 6

6. Выводы.

Этим алгоритмом отфильтровываются только достаточно большие отклонения. Очевидно, будет зависимость и от вида напряжений.

Список литературы: 1. Александров А.Я, Ахмензянов М.Х.. / В кн.: Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. – М.: Наука, 1973. – С. 146. 2. Александров А.Я, Ахмензянов М.Х.. / В кн.: Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. – М.: Наука, 1973. – С. 215.

Поступила в редакцию 29.05.2006