

Proceedings. – 2015. – Vol. 2, Issues 4–5. – P. 2236-2245.

4. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем [Текст]: учебн. для

студентов высших учебных заведений / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.

УДК 539.2: 621.9.047.7/785.5, 621.81

*О. В. Надтока, Н. А. Аксенова, О. В. Оробинський*

### КОНЦЕНТРАЦІЯ НАПРУЖЕНЬ НАВКОЛО ОТВОРІВ У ПЛАСТИНАХ З ОДНОСПРЯМОВАНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

*О. V. Nadtoka, N. A. Aksenova, A. V. Orobinsky*

### STRESS CONCENTRATION AROUND HOLES IN THE PLATES OF UNIDIRECTIONAL COMPOSITE MATERIALS

Як відомо, композитні матеріали – це штучно створені неоднорідні суцільні матеріали, що складаються з двох або більше компонентів з чіткою границею розподілу між ними. Тонкостінні елементи конструкції з композиційних матеріалів широко використовуються в різних галузях сучасної техніки. Внаслідок конструктивних або технологічних вимог такі елементи послаблюються круговими отворами, навколо яких виникає концентрація напружень. Локальне підвищення напружень істотно впливає на міцність конструкції в цілому. У пластинах з композитних матеріалів коефіцієнти концентрації залежать від структури композита, і це визначає актуальність досліджень напруженого стану навколо отворів з урахуванням усіх факторів, які впливають на загальну міцність конструкції.

Розглянуто питання виникнення концентрації напружень навколо отвору в пластинах з односпрямованих волокнистих композитів залежно від структури, властивостей матриці та наповнювача, а також умов навантаження. Проведено аналіз можливості гомогенізації, тобто створення стійкої однорідної структури у дво- або багатофазних системах шляхом

ліквідації концентраційних мікронеоднорідностей, що утворюються при змішуванні речовин, які взаємно не розчинюються, та визначення ефективних пружних характеристик для еквівалентного ортотропного матеріалу, тобто матеріалу з різними властивостями за трьома взаємно перпендикулярними напрямками; проведено аналіз основних факторів, які визначають рівень концентрації напружень. При дослідженні концентрації напружень у композитних пластинах з отворами передбачається, що товщина пластини значно менша, ніж радіус отвору. Це дає змогу проводити дослідження в рамках плоскої задачі теорії пружності. Враховується, що характерні розміри внутрішньої структури композита, радіус волокон та параметри осередку значно менші, ніж товщина пластини. Матеріал пластини розглядається як гомогенне ортотропне пружне тіло.

Ефективні пружні постійні, які пов'язують середні напруження і деформації в ортотропному тілі,

$$\varepsilon_{ij} = a_{ijkl} \cdot \sigma_{kl} .$$

Для вирішення завдань плоского напруженого стану пружні властивості

ортотропного тіла визначаються чотирма незалежними постійними. Для їх визначення застосовується методика вирішення плоских двоякоперіодичних завдань з використанням функцій комплексного змінного.

Вирішення задач при поздовжньо-поперечному розтягу та поздовжньо-поперечному зсуві дає змогу отримати в явному вигляді залежності між усередненими пружними постійними композита та властивостями матеріалів матриці і волокон для різних схем армування. У нескінченній ортотропній пластині, послабленій коловим отвором, найбільші напруження виникають по контуру отвору.

#### *Список використаних джерел*

1. Алфутов, Н. А. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов [Текст] / Н.А. Алфутов [и др.]. – М: Машиностроение, 1984. – 264 с.
2. Болотин, В. В. Механика многослойных конструкций [Текст] / В.В. Болотин, Ю.Н. Новичков. – М.: Машиностроение, 1980. – 375 с.
3. Ванин, Г. А. Микромеханика композиционных материалов [Текст] / Г.А. Ванин. – К. Наукова думка, 1971. – 304 с.

4. Малмейстер, А. К. Сопротивление полимерных и композитных материалов [Текст] / А.К. Малмейстер, В.П. Тамуж, Г.А. Тетерс. – Рига: Зинатне, 1980. – 572 с.
5. Тарнопольский, Ю. М. Особенности расчета деталей из армированных пластиков [Текст] / Ю.М. Тарнопольский, А.В. Розе. – Рига: Зинатне, 1969. – 274 с.
6. Лаврентьев, М. А. Методы теории функций комплексного переменного [Текст] / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – М.: Наука, 1973. – 736 с.
7. Лехницкий, С. Г. Теория упругости анизотропного тела [Текст] / С.Г. Лехницкий. – М.: Наука, 1977. – 415 с.
8. Мусхелишвили, Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости [Текст] / Н.И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1966. – 708 с.
9. Образцов, И. Ф. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов [Текст] / И.Ф. Образцов, Л.М. Савельев, Х.С. Хазанов. – М.: Высшая школа, 1985. – 392 с.
10. Lotfi Toubal, Moussa Karama, Bernard Lorrain. Stress concentration in a circular hole in composite plate. Laboratoire Genie de Production, Equipe CMAO, Groupe M2SF, ENIT, Chemin d' Azereix BP 1629, 65016 Tarbes Cedex, France Available online, 9 April 2004.

УДК 539.2: 621.9.047.7/785.5, 621.81

*Н. А. Аксьонова, О. В. Оробинський, О. В. Надтока*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФУЛЛЕРЕН-ВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ**

*N. A. Aksenova, A. V. Orobinsky, O. V. Nadтока*

### **PROSPECTS OF FULLERENE-CONTAINING MATERIAL IN THE TRANSPORT SECTOR**

Створення технологічних засобів нового покоління для залізничного транспорту ставить перед дослідниками

багатопроблемні задачі, серед яких одержання нових матеріалів із заданими властивостями відіграє одну з