

*А.В. Балалаєв, к.т.н., К.В. Балалаєва, д.т.н.,
І.О. Ластівка, д.т.н., О.С. Мельник
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Вплив кутів армування вуглепластика на розподіл коефіцієнтів модуля Юнга першого та другого роду в Ansys Composite PrePost

Отримано полярні діаграми коефіцієнту модуля Юнга в двох головних напрямках та модуля зсуву для п'яти комбінацій кутів армування однонаправленого вуглецевого препрезу EpoxyCarbonUD.

Одна з найбільших переваг полімерних композиційних матеріалів в порівнянні з металами – це висока питома міцність і модуль пружності при значно меншій густині. У зв'язку з цим у авіаційній промисловості, де вага має значення, спостерігається тенденція щодо все більшого розповсюдження заміни матеріалу з металу на полімерні композиційні матеріали. Звісно, впровадження нових композиційних матеріалів, в першу чергу, залежить від проведених досліджень їх характеристик.

З метою дослідження характеристик елементів із композиційних матеріалів застосовують експериментальні та чисельні методи. Звісно, методи фізичного експерименту є більш надійними, ніж чисельні. Але дослідження характеристик елементів конструкцій чи вузлів із різних композиційних матеріалів за допомогою фізичного експерименту, зазвичай, потребує досить багато часу. Отже, з метою дослідження характеристик елементів та вузлів із композиційних матеріалів доцільно на перших етапах використовувати чисельний експеримент, а на заключних – підкріплювати фізичним експериментом.

Програмні середовища, які використовуються для дослідження характеристик композитів ґрунтуються на методі кінцевих елементів. Метод кінцевих елементів – це чисельний метод вирішення диференціальних рівнянь з частинними похідними, а також інтегральних рівнянь, що мають місце при розв'язанні задач прикладної фізики. Метод кінцевих елементів широко використовується також для розв'язання задач механіки деформівного твердого тіла, аеродинаміки, теплообміну, гідродинаміки, електродинаміки та ін. До таких програмних середовищ можна віднести Ansys, COMSOL, ABAQUS, ADINA, ELCUT та ін.

Однак, слід зауважити, що саме програмне середовище Ansys є найбільш вживаним при дослідженнях в авіабудуванні, енергомашинобудуванні та ін. Програмне середовище Ansys має високу точність отриманих результатів досліджень, постійно оновлюється, що дозволяє розширювати різноманітність розв'язуваних задач і процесів, що моделюються. На сьогоднішній день програмний комплекс Ansys отримав поширення у великої кількості компаній у різних сферах індустрії з усього світу, використовуються при проведенні досліджень установами вищої освіти та різними науково-дослідними центрами багатьох країн. Також компанія-розробник відкрила безкоштовну академічну

студентську версію (з деякими обмеженнями) для можливості студентів зі всього світу отримувати навички моделювання процесів з використанням різних модулів програмного середовища Ansys Workbench.

У даній роботі поставлено за мету дослідити розподіл модуля Юнга першого роду E_1 та E_2 та модуля зсуву G_{12} в залежності від кутів армування однонаправленого вуглецевого препрегу EpoxyCarbonUD (230ГПа).

Модель пластини зроблено в підмодулі Geometry програмного комплексу Ansys Workbench, програма SpaceClaim. Розміри пластини: висота – 10 см, довжина – 10 см. Характерною особливістю є те, що об'єкти дослідження проєктуються у вигляді поверхонь. Наступним кроком симуляції є побудова розрахункової сітки інструментами підмодуля Mesh (рис.1).

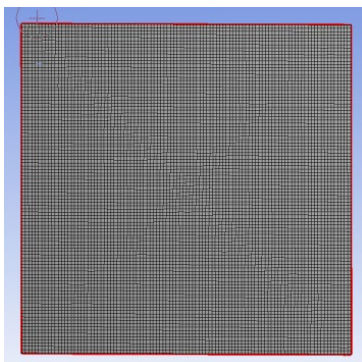


Рис.1. Модель досліджуваної пластини

Після розробки сіткової моделі файл з даними моделі передається до підмодуля Ansys Composite PrePost (ACP). В даному підмодулі задаються характеристики даного об'єкту: види матеріалів, кількість шарів, кути армування шарів та подальше дослідження коефіцієнтів пружності матеріалу в залежності від типу композиту (матеріал можна задати як із бази, так і завантажити свої дані). В даному дослідженні товщина матеріалу задавалась у 9 шарів, товщина одного шару – 0,15 мм, товщина пластини вуглепластику – 1,35 мм.

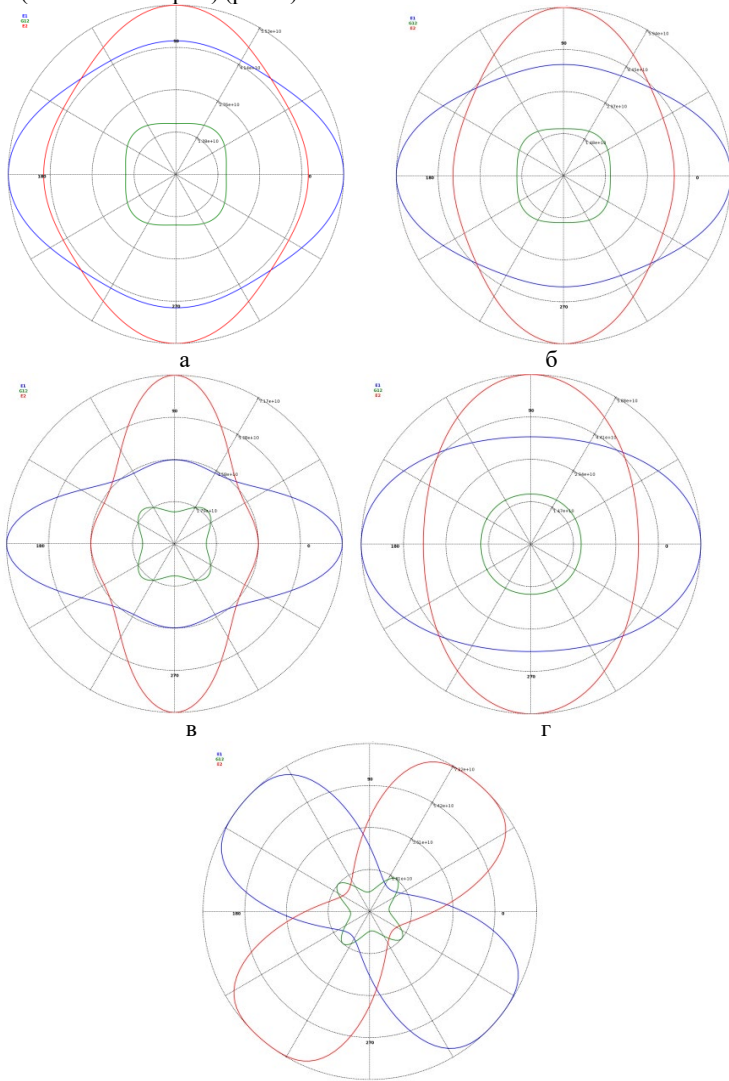
У таблиці показано, які кути армування препрегу було досліджено.

Таблиця 1

Кути армування п'яти досліджуваних вуглепластиків препрегів

Номер варіанту з кутами,град.	I шар	II шар	III шар	IV шар	V шар	VI шар	VII шар	VIII шар	IX шар
1	0	45	90	-45	0	45	90	-45	0
2	0	15	45	60	90	-60	-45	-15	0
3	0	30	90	-30	0	30	90	-30	0
4	0	20	40	60	90	-60	-40	-20	0
5	0	10	20	30	40	50	60	70	80

В результаті розрахунків отримані полярні діаграми розподілу коефіцієнтів модуля Юнга в двох головних напрямках E_1 та E_2 (синім і червоним) та модуля зсуву G_{12} (зеленим кольором) (рис. 2).



а - перший варіант; б - другий варіант; в – третій варіант; г – четвертий варіант; д – п'ятий варіант.

Рис.2. Полярні діаграми коефіцієнтів модуля E_1 та E_2 та модуля зсуву G_{12}

Аналіз отриманих полярних діаграм показує, що варіант матеріалу №4 з послідовним кутом зміщення шарів в 20 градусів дає найкращий розподіл у всіх напрямках для модуля Юнга першого та другого роду.

Отримано полярні діаграми коефіцієнту модуля Юнга першого роду в двох головних напрямках E_1 та E_2 та модуля зсуву G_{12} для п'яти комбінацій кутів армування. Показано, що кут армування впливає на пружні характеристики вуглепластику. Подібні дослідження необхідно проводити при створенні вуглепластика з заданими пружними характеристиками під конкретну конструкцію. Також це дає можливість оптимізувати властивості матеріалу. Інструменти АСР дають можливість вирішувати оптимізаційні задачі та задачі дослідження пружних характеристик композиційних матеріалів за короткий проміжок часу.