МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНОЙ СТРУКТУРЫ В ПРОГРАМНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS WORKBENCH

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Республика Беларусь

Абражевич Д. С., Али. А. Ш.

Пискун Г. А. – канд.техн.наук, доцент

В данной статье рассмотрен процесс моделирования 7-и слойной композитной структуры в программном комплексе ANSYS Workbench с применением модуля ANSYS Composite PrepPost.

Слоистые композиционные материалы находят широкое применение в современном производстве благодаря высоким значениям удельной прочности и жёсткости. Нелинейные механические характеристики композиционного материала делают процесс проектирования более трудоёмким по сравнению с традиционными изделиями.

ANSYS Composite PrepPost даёт пользователям широкий набор инструментов для проектирования конструкций из композиционных материалов, учитывающий их специфику. Анализ прочности слоистых композитов проводится с учётом ориентации и толщины каждого слоя по критериям разрушения. Одной из важнейших особенностей Composite PrepPost является интеграция в ANSYS Workbench, которая обеспечивает превосходную работу с композиционными материалами, конечно-элементными сетками, а также остальными инструментами МКЭ-анализа, реализованными в ANSYS Mechanical [1].

Рассмотрим последовательно применение этого модуля для решения инженерных задач по моделированию элементов конструкций из композита. В данной статье будет производится моделирования 7-и слойной композитной пластины со следующей формулой укладки слоев - 45° / 90° / -45° / 90° / 0° / 45° / 90°.

Для создания конструкции из композита в модуле *ACP* (*Pre*) предусмотрена возможность создания слоев. Команда «*Fabric* → *Create Fabric*» позволяет создать слой с добавлением материала из *Engineering Data Sources*, а также заданием ее толщины (рис. 1). Таким образом можно создавать слои разной толщины, после чего использовать их для создания объёмной структуры. Стоит отметить, что исходной геометрической моделью для создания элементов конструкций из композитного материала в модуле *ANSYS Composite PrePost* обязательно должна быть поверхность (*Surface*). Её можно создать в модуле *Geometry*, либо же импортировать из *CAD*-программ в нужном формате.

Далее необходимо произвести укладку слоев в пакеты. Для этого используется команда «*Stackup* — *Create Stackup*». Здесь можно задать последовательность укладки, а также углы ориентации слоев (рис. 2).

Name Erzel (b. Lypel General Material: Farony Catellon UD (395 GPa) Perpeng Thickness: (J.25 Perce/Pars: (J.25)	
Ib: Layer1 General Analysis Solid Model Opt. General Material Epsory Carbon UD (195 GPa) Proprag Trickness 0.05 Processors	
General Draping Coefficients Analysis Solid Model Opt. General Material Epony Carbon UD (395 GPa) Prepreg Thickness: 0.05 Price/Here: 0.0	
General Material Eprory Carbon UD (195 GPa) Prepreg Thickness 0.05 PreceVarea: 0.0	
Material: Epony Carbon UD (195 GPa) Prepreg Thickness: 0.05 Price/Area: 0.0	13
Thickness: 0.05 Price/Area: 0.0	
Price/Area: 0.0	
Weight/Area: 77.0	
Post-Processing	
Ignore for Post-Processing:	
OK Apply C	ncel
	Pet-Processing Ignuer for Pete-Processing

Stackup Propertie × Name: Stackup. ID: Stackup.1 General Draping Coefficients Analysis Solid Model Opt. Fabrics Symmetry:
No Symmetry O Even Symmetry Odd Sy uence:
 Top-Down Layup Seq O Bottom-Up Fabric Anale Layer1 45.0 Layer 90.0 -45.0 Layer Layer2 90.0 Layer3 Layer1 45.0 Layer1 90.0 Stackup Properties Thickness: 0.7 Price/Area: 0.0 Weight/Area: 1155.0 OK Apply Cancel

Рисунок 1 – Окно «Fabric Parametrs»

Рисунок 2 – Окно «Stackup Parametrs»

Для анализирования направления выкладки, можно использовать опции «Show Orientation» и «Show Reference Direction» (рис. 3). Первая служит для отображения направления выкладки слоев, а вторая для проверки направления главных осей упругости. Для того, чтобы правильно ориентировать слои относительно геометрической модели, можно создать ориентированный набор элементов командой «Oriented Selection Set → Create Oriented Selection Set» (рис. 4).



Рисунок 3 – Отображенные опции «Show Orientation» и «Show Reference Direction»

a Oriented Selection Set Properties	-		×
Name: OrientedSelectionSet.1			
ID: OrientedSelectionSet.1			
General Rules Draping			
Extension			
Element Sets: ['All_Elements']			
Orientation			
Point: (0.1001,0.9008,0.0000)			
Direction: (0.0000,0.0000,1.0000)	Flip		
Reference Direction			
Selection Method: Minimum Angle			\sim
Rosettes: ['Rosette']			
Reference Direction Field:			\sim
ОК Ар	ply	Can	cel

Рисунок 4 – Окно «Oriented Selection Set Properties»

Чтобы создать объёмную структуру приступим к выкладыванию ранее определенного пакета слоев в соответствии с необходимыми направлениями. Команда *Modeling Group* → *Create Modeling Group* → *Create Ply* (рис. 5) позволяет выбрать ориентированный набор элементов, в соответствии со слоями композита, и выбирать укладку, созданную нами ранее в меню *Stackup*. Для проверки правильности создания слоистой композитной конструкции воспользуемся функцией отрисовки слоев: *Section Cut* → Create *Section Cut*. Для отображения слоев необходимо настроить *Section Cut*, так, чтобы она была перпендикулярна модели (рис. 6).

🙈 Mod	eling Ply Pr	operties	•	-		×
Name:	ModelingP	ly.1				
ID: I	ModelingPl	y.1				
General	Draping	Rules	Thickness]		
Orien	ted Selectio	on Sets:	['OrientedSe	lectionSe	et.1']	
	Ply M	laterial:	Stackup.1			~
	Ply	Angle:	0.0			
1	Number of	Layers:	1			
Global	Properties Active: 🔽	1				
Globa	I Ply Nr: 1	-				
		ОК	Ap	ply	Can	cel

Рисунок 5 – Окно «Modeling Ply Properties»



Рисунок 6 – Отображенные функция «Section Cut »

Визуальный контроль показывает, что смоделированная конструкция имеет 7 слоев, что соответствует условию задачи. После проделанных действий полученную структуру можно передавать в различные модули ANSYS Workbench для дальнейшего моделирования механических и физических процессов. Обратим внимание, что при моделировании слоистых композитных структур в ANSYS применяются некоторые допущения, а именно: между слоями задается идеальное сопряжение, свойства каждого слоя по толщине постоянные, а связь между деформациями является линейной.

Список использованных источников:

1. CADFEM [электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cadfemcis.ru/products/ansys/structures/acp/.

^{2.} Ю.С. Первушин, В.С. Жернаков. Основы проектирования и технологии изготовления изделий из слоистых композиционных материалов: учеб. пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2007–201с.

^{3.} Компания «Технополис» [электронный ресурс]. Режим доступа: https://tpolis.com/ansys/files/ansys_composite.pdf.