

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЕЙ УПРУГОСТИ СОТОВЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Морозов В.А.

Ульяновский государственный университет

Ульяновск, Россия

Бурное развитие современной техники требует все новых материалов с заранее заданными свойствами. При этом создать принципиально новых материалов происходит крайне редко. Но научно-технический прогресс не останавливается и требует новых материалов. Поэтому основное и долгосрочное направление в разработке новых материалов состоит в создании материалов путем соединения различных уже известных материалов, то есть – в получении композиционных материалов.

Композиционные материалы — это материалы, состоящие из двух или более компонентов (отдельных волокон или других армирующих составляющих и связующей их матрицы) и обладающие специфическими свойствами, отличными от свойств их составляющих компонентов. Компоненты композитов не должны растворяться или иным способом поглощать друг друга. Они должны быть хорошо совместимы. Свойства композиционных материалов нельзя определить только по свойствам компонентов, без учета их взаимодействия.

При разработке и изготовлении новых композиционных материалов, а также при создании конструкций из них приходится учитывать влияние внешних условий (температуры, влажности,...) на эти материалы. Необходимо учитывать и ряд специфических свойств композиционных материалов. Так, учет ползучести, которая является характерным свойством многих композиционных материалов, заставляет проектировщиков отказываться от целого ряда традиционных решений.

Основной причиной увеличения объема программ научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских разработок (ОКР) в области композиционных материалов является реальная возможность

замены других конструкционных материалов, в частности таких, как листовой прокат алюминия, стали, титана на композиты. Композиты в ряде случаев оказываются в несколько раз более эффективными, чем металлы. Также композиционные материалы обладают и рядом специфических свойств, которые в других материалах не встречаются, например некоторые композиты не уступая по прочности стали, обладают отличными пропускными способностями радио волн, в связи с этим, они являются незаменимыми материалами в авиа, водной и военной промышленности. Как результат программ НИР и ОКР возрастает роль композиционных материалов в технике и их коммерческая значимость.

Композиционные материалы все чаще конкурируют с другими материалами, давая существенно более высокую прибыль.

Современная промышленность композиционных материалов широко варьирует различные сочетания армирующих компонентов и связующих, выбор которых определяется как техническими параметрами, так и ценой армированных пластиков, которые наиболее часто используются в двух видах: листовой материал (типичный пример такого материала — это бумага, пропитанная меламинофенольным связующим, или стекловолоконные маты, пропитанные полиэфирным связующим) и прессованные пластики (чаще всего используются пропитанные фенольным или другим связующим минеральные, хлопковые и другие волокна). В связи с этим очень тяжело разработать таблицы свойств новых материалов. Большинство свойств полученных композиционных материалов оказывается более высокими, чем свойства исходных компонентов.

Существенным препятствием для роста производства композиционных материалов является повсеместное использование стального проката. В основном это связано с инерцией мышления части конструкторов, не доверяющих надежности новых материалов. Надежность новых материалов определяется во многом методиками оценки их качества (наличием эффективных методов контроля и особенно методов

неразрушающего контроля) [1].

В настоящее время не существует всеобъемлющего справочника конструктора, который включал бы все необходимые для проектировщика данные о свойствах композиционных материалов. Это затрудняет процесс расчёта новых композиционных материалов. Нахождение свойств новых материалов возможно двумя основными способами:

1. Посредством изготовления образцов-прототипов и их лабораторных испытаний.

2. Построением и расчетом математической модели с помощью, например, программы ANSYS.

Первый способ в большинстве случаев оказывается дорогостоящим и трудоемким. При использовании этого способа изготавливаются образцы-прототипы для каждого испытания, в ряде случаев испытания образцов являются нежелательными или даже невозможными.

Второй способ исследования - намного менее затратный. ANSYS - многоцелевой конечно-элементный пакет для проведения анализа в широком круге инженерных дисциплин (прочность, теплофизика, динамика жидкостей и газов, электромагнетизм) [2]. Являясь продуктом фирмы ANSYS, Inc., основанной в 1970 г. ученым с мировым именем Dr. John Swanson, этот программный комплекс занимает лидирующие позиции на рынке программного обеспечения в категории CAE (Computer Aided Engineering). С помощью программы ANSYS создается компьютерная модель или обрабатывается CAD-модель конструкции, изделия или его составной части; прикладываются действующие усилия или другие проектные воздействия; исследуются отклики системы различной физической природы (распределений напряжений и температур, электромагнитных полей). За счет этого сокращается время на разработку новых материалов, состоящую в их изготовлении и испытании.

Программа ANSYS решает задачи с помощью конечно-элементного анализа. Он полезен также при верификации окончательного варианта

разработки перед проведением испытаний образцов.

Расчеты, проводимые с помощью программы ANSYS, дают возможность создания справочника конструктора, содержащего описание свойств композиционных материалов, найденных в результате вычислительных экспериментов и подтвержденных, хотя бы выборочно, результатами физических экспериментов. Это дает возможность при проведении математического моделирования варьировать параметры анизотропной конструкции и оптимизировать ее. Нахождение свойств материалов с помощью программы ANSYS позволяет исключить дорогостоящий процесс изготовления образцов-прототипов и их испытаний.

Эта методика определения механических свойств сложных по своей геометрии композиционных материалов использована автором при определении модулей упругости ячеистого материала, изготовленного из плоских листов анизотропного материала.

Эскиз модели с приложенными силами и наложенными кинематическими ограничениями и сеткой находятся на рис. 1.

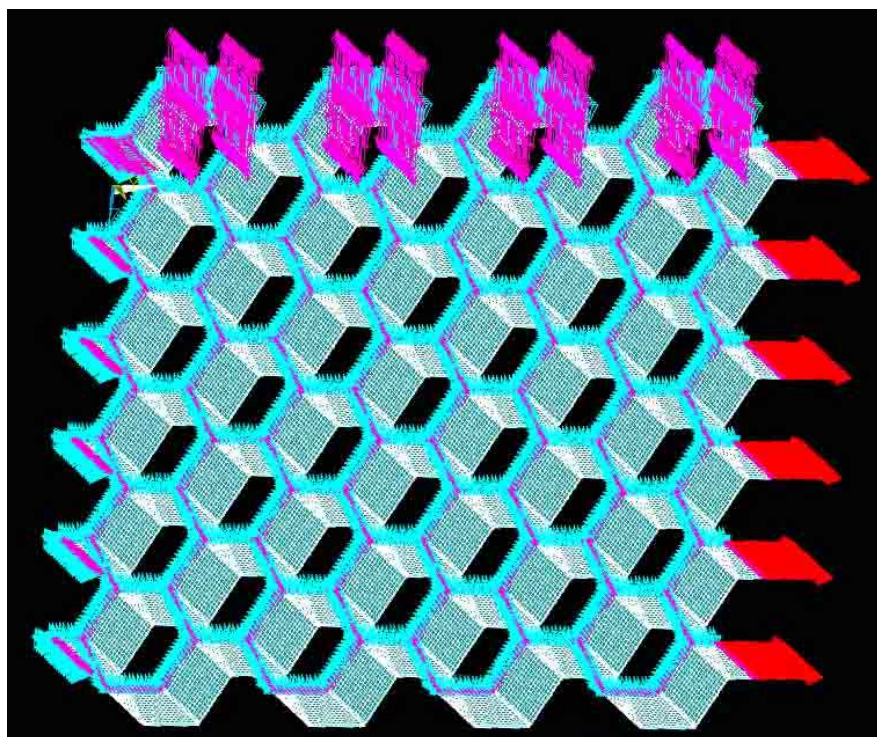


Рис. 1 Модель с приложенными силами и наложенными ограничениями

На рисунках 2, 3 показаны результаты анализа модели с помощью программы ANSYS.

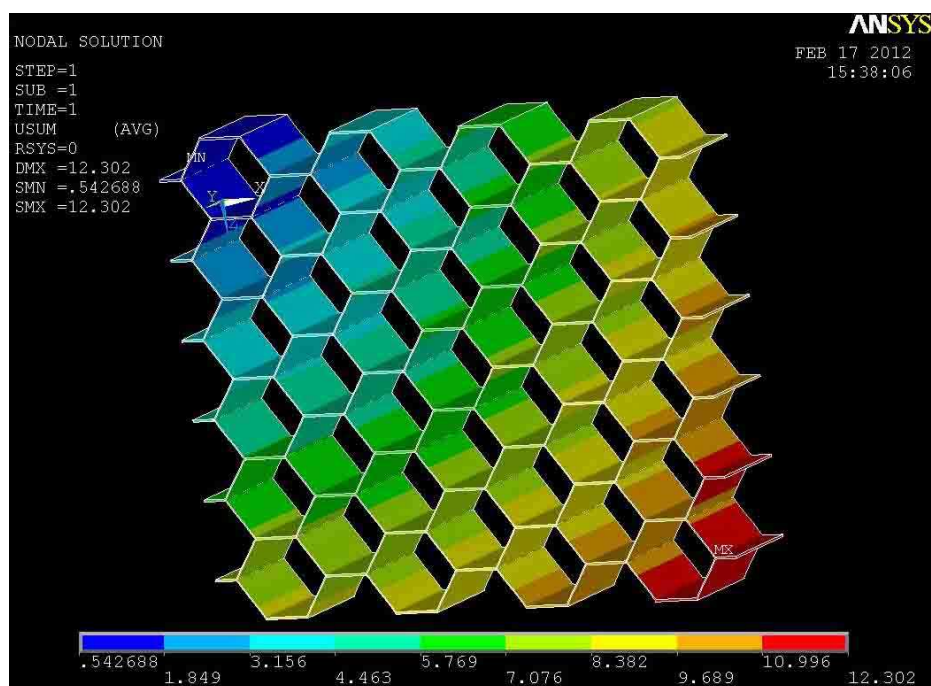


Рис. 2 Перемещения точек модели под (действующая сила равна 100 Н)

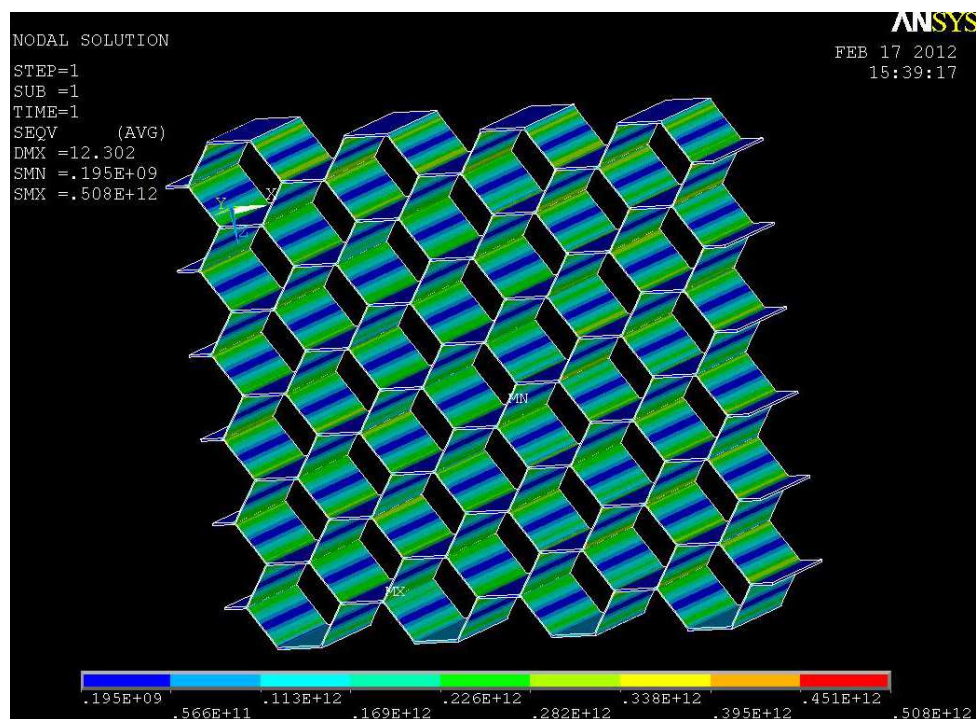


Рис. 3 Эквивалентные напряжения в точках модели (действующая сила равна 100 Н)

Анализ полученных результатов позволил определить значение модуля упругости и коэффициента Пуассона.

Список источников и литературы

1. Макаров П. В., Поварова К. Б., Заварзина Е. К.//Физика и химия обработки материалов. 2000. Ия 6. С. 119— 124.
2. ANSYS Basic Analysis Procedures Guide. ANSYS Release 7.0. ANSIS Inc., 2003.