

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СЖАТИИ

Ошева И. Ю., Ташкинов А. А., Шавшуков В. Е.

Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия

irina-osheva@yandex.ru

Композиционные материалы с трехмерно-направленными ортогональными армирующими системами находят все большее применение в различных областях промышленности. Обладая рядом преимуществ по сравнению с традиционными материалами, они так же имеют и некоторые недостатки. Одним из которых является высокая стоимость, как самих материалов, так и экспериментальных исследований их свойств. В связи с этим возникает необходимость построения математических моделей, которые позволили бы описать поведение пространственно-армированных композитов под действием различных нагрузок.

В данной работе представлен процесс компьютерного моделирования стандартного эксперимента на сжатие, использующегося для определения одной из важнейших характеристик любого материала - прочности. Испытания на сжатие образца крупноячеистой структуры проводят на испытательной машине, обеспечивающей сжатие образца с заданной постоянной скоростью перемещения активного захвата. Испытательная машина снабжена двумя плоскопараллельными площадками (плитами), причем одна из них является самоустанавливающейся. Образец устанавливают на опорные плиты машины таким образом, чтобы его продольная ось совпадала с направлением действия нагрузки, а торцевые поверхности были параллельны опорным поверхностям плит.

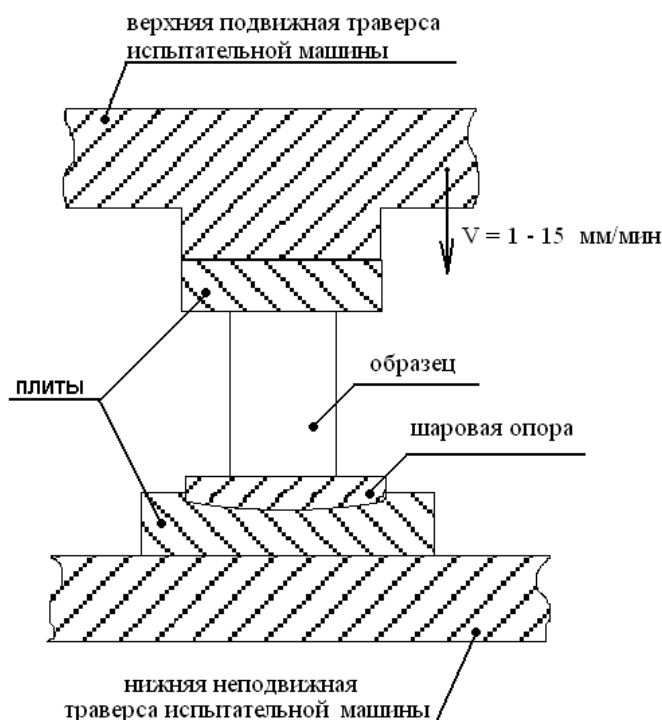


Рис. 1. Схема испытательной машины

Анализ напряженно-деформированного состояния в крупноячеистых пространственно-армированных композитах проводилось численно с использованием программного комплекса ANSYS.

В работе рассматривалось три типа моделей – три задачи:

1. “Идеальная модель” – рассматривается только образец, а действие испытательной машины заменяется граничными условиями на гранях образца;
2. “Модель с трением” – перемещение на образец передается через моделируемые плиты испытательной машины. Модель позволяет учесть трение, возникающее между плитами и образцом;
3. “Модифицированный образец” – модель испытания аналогична второй задаче, только торцы образца залиты мягким сплавом.

Геометрическая модель образца создавалась на основе размеров реальных образцов, используемых при испытании на сжатие. Образец имеет форму прямого параллелепипеда (рис. 2). Армирующий трехмерный каркас формируется переплетением трех семейств прямолинейных нитей, причем каждое семейство образует с двумя другими прямой угол. Нити каркаса параллельны граням образца.

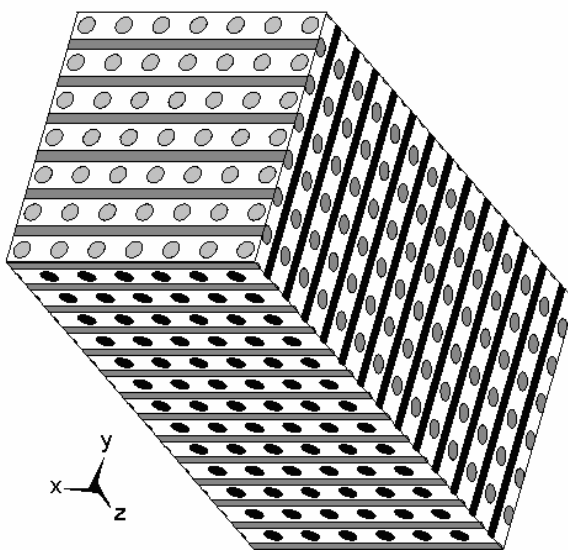


Рис. 2. Геометрическая модель образца

Для задач “Модель с трением” и “Модифицированный образец” в данной работе было проведено параметрическое исследование влияния коэффициента трения на напряженно-деформированное состояние. Коэффициент трения был принят равным $f = 0, 0.3$ и 0.6 . В ходе работы была выявлена сильная зависимость напряженно-деформированного состояния для второй модели от коэффициента трения (рост напряжений составил около 60%) и незначительное влияние трения для третьей модели (не более 6%). Так же, для образца с залитыми мягким сплавом торцами отмечается снижение уровня напряжений по сравнению со второй задачей.

Таким образом, при натурных испытаниях образцов из пространственно-армированных композиционных материалов для определения прочностных характеристик более стабильные и более высокие значения могут быть получены на образцах, залитых мягким сплавом для предотвращения смятия торцов.

Работа выполняется при финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ №09-08-99117, РФФИ №10-08-96062.