

Студ. В.Ю. Карпечина  
Науч. рук. ст. преп. А.М. Лось  
(кафедра материаловедения и проектирования технических систем, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВАМИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В процессе создания несущих инженерных металлоконструкций и технологического оборудования значительное количество времени отводится на всесторонние расчетные исследования, направленных на сокращение цикла разработки и снижение материальных затрат, повышение надежности и долговечности проектируемых конструкций.

Исследование напряженно-деформированного состояния пространственных металлоконструкций и технологического оборудования машин является трудоемким этапом расчетов. Наиболее мощным численным методом решения таких задач является метод конечных элементов (МКЭ), основанный на замене исследуемого объекта совокупностью элементов, связанных между собой в узлах. Схема создания математической модели включает: исследуемый объект, идеализированную расчетную схему, систему линейных алгебраических уравнений. Непосредственный переход к расчетной схеме дает возможность формулировать граничные условия, произвольно располагать узлы сетки элементов, применять метод для исследования областей, состоящих из фрагментов различной физической природы.

Такой метод известен и как метод перемещений, который эквивалентен минимизации полной потенциальной энергии системы, выраженной через поле перемещений. Рассматривают следующую последовательность проведения расчетов по МКЭ: разбиение тела на конечные элементы и назначение узлов; определение зависимостей между усилиями и перемещениями в узлах элемента; составление системы алгебраических уравнений равновесия; решение системы уравнений; определение компонентов напряженно-деформированного состояния тела.

В настоящее время МКЭ реализован в таких программах, как NASTRAN, ANSYS и др. Расчеты несущих конструкций с использованием МКЭ выполняются в интегрированной системе прочностного анализа (ИСПА). Решение типичной задачи по МКЭ включает следующие три этапа: построение модели; задание нагрузок и получение решения; обзор результатов.

Построение модели включает моделирование функциональной схемы конструкции и трехмерное геометрическое моделирование зна-

чимых элементов проектируемой машины с установлением их динамических и кинематических связей. Моделирование выполняется по геометрической твердотельной модели, которая выполняется с применением современных САД-систем или приложений, интегрированных в программы конечно-элементного анализа.

На создание сложных пространственных конечно-элементных моделей затрачивается значительное количество времени. Все современные системы конечно-элементного (КЭ) анализа предусматривают автоматическую генерацию конечно-элементной сетки по твердотельной модели. Существует два метода создания конечно элементной модели: сплошное моделирование и прямая генерация. Далее по созданной КЭ сетке проводится комплекс расчетов.

После задания типа и опций анализа задают нагрузки. Затем устанавливаются опции шага нагружения (количество шагов приращения, время окончания шага нагружения и выходные параметры). От выполняемого типа анализа зависит задавать опции шага нагружения или нет. Далее запускается программа решения.

Для получения решения используются постпроцессор, с помощью которого выполняется обзор результатов. Предусмотрена также возможность построения графиков зависимости расчетных данных, а также результаты расчета в табличном виде и другие возможности.

При необходимости внесения изменений в конструкцию для обеспечения требуемых параметров прочности, жесткости, виброустойчивости, и т.д. выполняется корректировка и расчет повторяется.

Таким образом, исследования методом конечно-элементного анализа позволяют выполнять расчеты прочности элементов конструкций, определять наиболее нагруженные участки и, при необходимости, вносить в их конструкцию изменения, не проводя дополнительных исследований на опытных образцах. Это значительно снижает срок проектирования несущих конструкций и оборудования.

Используя метод конечных элементов, можно проводить исследования напряженно-деформированного состояния металлоконструкций при воздействии на них нагрузок, сил инерции технологического оборудования при движении лесных машин. Правильно заданные свойства материала изготовления, граничные условия и условия нагружения гарантируют высокую точность расчетов и сходимость их с натурными исследованиями.

Применение средств конечно-элементного анализа в совокупности с высокопроизводительной компьютерной техникой позволяет значительно снизить срок проектирование инженерно-строительных и машиностроительных конструкций и механизмов.