

УДК 624.041

А.М. Лось, ассист.;  
А.В. Блохин, ст. преп., канд. техн. наук;  
С.В. Ярмолик, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА И ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА**

Условия работы технологического оборудования лесного комплекса имеют свои особенности и отличаются разнообразными факторами. При этом проектирование технологического оборудования и несущих конструкций связано с большим количеством расчетных исследований, направленных на получение оптимального варианта при снижении материальных затрат и повышении надежности.

Наиболее значимым и трудоемким этапом исследований является анализ статической, динамической прочности, напряженно-деформированного состояния элементов технологического оборудования. Современным численным методом решения большинства инженерных задач является метод конечных элементов, реализованный в различных компьютерных программных средах, которые позволяют сделать многие разновидности конечно-элементного анализа (линейный стационарный анализ, комплексный нелинейный анализ переходных процессов и др.). Для расчетов несущих конструкций методом конечных элементов используют интегрированные системы прочностного анализа.

Решение прочностной задачи включает следующие этапы: построение модели, задание нагрузок и получение решения, обзор результатов. Построение модели включает моделирование функциональной схемы проектируемой конструкции с установлением требуемых показателей надежности и трехмерное геометрическое моделирование элементов проектируемой машины с установлением их динамических и кинематических связей.

После задания свойств материалов следующим этапом анализа является создание конечно-элементной модели. При исследовании сложных пространственных конечно-элементных моделей затрачивается значительное количество времени на создание конечно-элементной сетки. Все современные системы конечно-элементного анализа предусматривают автоматическую генерацию конечно-элементной сетки сплошным моделированием или прямой генерации

ей. При сплошном моделировании описывается геометрический вид модели, при котором программа заполняет геометрическую модель узлами и элементами (накладывается конечно-элементная сетка). В таком случае проектировщик имеет возможность контролировать размер и форму создаваемых программой элементов. При прямой генерации допускается вручную определять расположение узлов и связей каждого элемента. По созданной сетке проводится комплекс расчетов. В зависимости от условий нагружения и вычисляемых параметров можно выбрать тип анализа: статический или стационарный, нестационарный, гармонический, модальный, спектр и продольный изгиб и др.

Обзор полученных решений происходит в постпроцессорах, которые дают возможность построения графиков зависимости расчетных данных от времени (или частоты), а также получения результатов расчета в табличном виде и другие возможности.

Нами проводились исследования нагруженности стрелы лесного крана при подъеме номинального груза 25 т. Конструкция стрелы выполнена в виде двух параллельных нижних и одного верхнего поясов, соединенных между собой продольной и поперечной треугольной решетками. Максимальные растягивающие напряжения в верхнем поясе в месте крепления поддерживающего раскоса достигают величины  $\sigma_{\max}^p = 99 \text{ Н/мм}^2$ . В нижнем поясе сжимающие напряжения не превышают величины  $\sigma_{\max}^{\text{сж}} = 44 \text{ Н/мм}^2$ . Максимальные напряжения в сварном шве достигают величины  $\sigma_{\max} = 245 \text{ Н/мм}^2$ . Дальнейшие исследования направлены на разработку способа крепления косынки к раскоосу и поясу при снижении напряжений в сварном шве. Исследованиями установлено, что значительно снизить напряжения можно используя для крепления косынки поперечных накладок. Максимальные напряжения в таком случае достигают величины 202 МПа. Снижение напряжений в таком случае составляет 17,5%.

Применение метода конечных элементов позволяет при правильно заданных свойствах материала изготовления, граничных условия и условиях нагружения получать высокую точность расчетов и сходимость их с натурными исследованиями. Системы конечно-элементного анализа в совокупности с высокопроизводительной компьютерной техникой в настоящее время позволяют значительно снизить срок проектирования нового оборудования для лесного комплекса.