Горбач Павел Сергеевич,

к.т.н., зав. каф. ПГС, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: gorbachps@mail.ru

Шустов Павел Александрович,

к.т.н., доцент каф. ПГС, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: pgs@angtu.ru

УЛУЧШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЛОЖНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Gorbach P.S., Shustov P.A.

IMPROVING THE ACCURACY OF FINITE ELEMENT CALCULATIONS FOR DISSIMILAR MATERIALS AND COMPLEX BOUNDARY CONDITIONS

Аннотация. В статье рассмотрены особенности моделирования сложных геометрических форм с помощью метода конечных элементов.

Ключевые слова: моделирование, расчетная схема, конечный элемент.

Abstract. The article discusses the features of modeling complex geometric shapes using the finite element method.

Keywords: modeling, calculation scheme, final element.

Метод конечных элементов (МКЭ) – это мощный численный метод, широко применяемый в инженерной практике для анализа поведения механических систем, особенно сложных конструкций из разнородных материалов. Его эффективность обусловлена способностью аппроксимировать сложные геометрические формы и распределения нагрузок с помощью деления модели на множество более простых элементов конечной размерности [1].

Однако, несмотря на всю мощь МКЭ, точность получаемых результатов существенно зависит от множества факторов, начиная от выбора типа элементов и заканчивая правильностью задания граничных условий и свойств материалов.

Неправильное моделирование может привести к существенным погрешностям, потенциально опасным для проектируемых конструкций. Поэтому, критическое осмысление всех этапов моделирования является неотъемлемой частью процесса.

Один из ключевых аспектов, влияющих на точность МКЭ, – это корректное определение механических свойств материалов. Для каждого материала необходимо использовать точные экспериментальные данные или данные, полученные с помощью надежных методов моделирования на микроуровне, например, молекулярной динамики или метода дискретных элементов. Эти данные должны включать не только основные параметры, такие как модуль Юнга (модуль упругости), коэффициент Пуассона, предел текучести и предел прочности, но и учитывать анизотропию материала (различие свойств в разных направлениях), нелинейные упруго-пластические свойства, зависимость свойств от температуры и влажности, а также возможные эффекты повреждения и усталости материала.

Игнорирование этих факторов может привести к существенным расхождениям между расчетными и экспериментальными данными. Например, использование усредненных значений механических свойств для композитных материалов может привести к недооценке напряжений в областях с высокой концентрацией одного из компонентов.

Важно помнить, что даже малые отклонения в исходных данных могут приводить к значительным ошибкам в конечном результате, особенно при анализе больших и сложных структур.

Другой важный фактор – это правильное задание граничных условий. Граничные условия задают взаимодействие моделируемой конструкции с окружающей средой, определяют способы приложения нагрузок (силы, давления, температуры) и закрепления конструкции (закрепления, шарниры, скольжение).

Неправильное задание граничных условий может привести к неадекватному распределению напряжений и деформаций, а в некоторых случаях – к не конвергенции решения. Например, упрощенное моделирование контактного взаимодействия между деталями может привести к занижению расчетных напряжений в местах контакта, что, в свою очередь, может привести к недооценке риска возникновения трещин или разрушения.

Поэтому, необходимо тщательно выбирать тип граничных условий, учитывая физическую сущность задачи. Современные МКЭ пакеты предлагают широкий спектр инструментов для моделирования различных типов контактов: от гладкого до шероховатого, с учетом трения, различных видов соединений (сварка, клепка, болтовое соединение). Выбор типа конечных элементов также играет важную роль в точности моделирования.

Существуют различные типы элементов: стержневые, пластинчатые, объемные. Выбор типа элемента зависит от геометрии моделируемой конструкции и характера решаемой задачи. Использование более сложных элементов (например, элементов с большим числом узлов) позволяет получить более точное решение, но приводит к увеличению вычислительной сложности.

В заключение, достоверность расчетов методом конечных элементов зависит от комплексного взаимодействия различных факторов. Для достижения высокой точности необходимо использовать подтвержденные механические характеристики материалов, правильно задавать граничные условия, выбирать соответствующие типы элементов и генерировать качественную сетку.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Nasirov, I.A.** Актуальность применения методов математического моделирования и методов конечных элементов в строительстве. Science and innovation, 2022. Текст : электронный: [citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=lnbz-6sAAAAJ&citation_for_view=lnbz-6sAAAAJ:roLk4NBRz8UC](https://scopus.com/record/display?view_op=view_citation&hl=ru&user=lnbz-6sAAAAJ&citation_for_view=lnbz-6sAAAAJ:roLk4NBRz8UC) (дата обращения: 11.01.2025).