

Методы граничных и конечных элементов в строительной механике

28-30 сентября в Санкт-Петербурге проходила традиционная 24-я Международная конференция «Математическое моделирование в механике деформируемых тел и конструкций. Методы граничных и конечных элементов» (BEM&FEM-2011). Организатором этого мероприятия является Санкт-Петербургский Дом ученых, и каждый год она собирает ведущих специалистов по строительной механике и механике корабля.

Открывал пленарное заседание сопредседатель организационного комитета, профессор, д.ф.-м.н., член-корр. РАН Юрий Викторович Петров. Его выступление было посвящено ответу на вопрос: существует ли возможность корректного предсказания свойств конструкций на основе лабораторных данных, полученных на другом масштабном уровне?

По словам Ю.В. Петрова, корректные результаты при использовании таких лабораторных данных можно получить только при определенных условиях. В первую очередь, речь идет о характерных размерах образца – только на таких образцах можно проводить испытания строительных материалов. Характерный размер на основе интегрального критерия Нейбера-Новожилова находится через соотношения квадратов стандартных характеристик материала: K_{Ic} (статическая вязкость разрушения) и σ_c (предел прочности). Этот размер дает нижнюю границу масштабного критерия.

Приведенный Ю.В. Петровым критерий может быть применен не только для оценки трещиностойкости, но и при исследовании текучести материалов, фазовых переходов и т.д. В качестве примера использования данного метода докладчик привел моделирование распространения магистральных трещин в трубопроводах. В данном случае напрямую использовать лабораторные данные для стали нельзя. Но при использовании коэффициента для сопоставления масштаба исследователи получают хорошее соответствие. Подводя итог, Ю.В. Петров отметил, что для обеспечения корректности моделей верхний предел масштабного уровня лабораторной модели должен соответствовать нижней границе реальной конструкции.

Другой принципиальный доклад конференции, посвященный сейсмоизоляции, сделал Юрий Лазаревич Рутман, д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (его статью о галопировании зданий см. на стр. 5). По его словам, на данный момент в России проектирование и расчет сейсмоизоляции зданий рождает множество проблем и вопросов. Во-первых, это связано с полной приостановкой отечественных исследований в этом направлении в 90-е гг. XX века – в это время за границей изучению сейсмоизоляции стали уделять особое внимание. Вторым моментом, негативно влияющим на развитие отечественных исследований, стало отсутствие нормативной документации по этому разделу. Так, в СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», использовавшемся до последнего времени, не было упоминания о сейсмоизоляции. В актуализированном варианте этого СНиП, который уже принят Министерством регионального развития и проходит согласование в Министерстве юстиции РФ, появился специализированный раздел. Тем не менее, методы расчета сейсмоизоляции в нем четко не прописаны.

В то же время на данный момент существуют различные конструктивные решения сейсмоизоляции, такие как скользящий пояс (см. об этом: Кузнецов В.Д., Чэнь С. Скользящий пояс с фторопластом сейсмостойкого здания // Инженерно-строительный журнал. 2011. №3(21). С. 53-58); резиново-металлические опоры и т.п. Ю.Л. Рутман в своем докладе предложил использовать иерархический подход к расчету сейсмоизоляции. Нелинейная модель позволяет посчитать число циклов, определяющих работоспособность пластических демпферов, которые присутствуют во всех типах сейсмоизоляции (расчет на малоцикловую устойчивость). Затем следует полюсная модель, которую предлагается опустить и сразу перейти к объемной конечноэлементной модели (упругой нелинейной). Она позволяет, в том числе, получить «усилие срабатывания» демпфера. О сравнении различных моделей расчета сейсмостойкости здания см. статью Э. Симборта на стр. 23.

Конференция «BEM&FEM-2011» проходила в течение трех дней в 7 секциях, охвативших различные аспекты математического моделирования в механике, такие как нелинейные задачи, динамические задачи, разрушение конструкций и т.п. Статьи по материалам некоторых докладов конференции будут опубликованы в одном из ближайших номеров нашего журнала.

В.М. Якубсон