

Алгоритм автоматической корректировки Акустических конечно-элементных моделей

Авторы: А.С. Суворов, М.Б. Салин, П.В. Артельный, П.И. Коротин, И.А. Вьюшкина, Е.М. Соков.

На сегодняшний день методы численного моделирования являются неотъемлемой частью современного проектирования при создании конструкций с жесткими требованиями на шумность. Ценность расчетного подхода определяется широкими возможностями интерпретации результатов моделирования на основе визуализации виброакустических полей и простотой анализа эффективности различных путей улучшения акустических характеристик. Однако без сопоставления с экспериментальными данными результаты численных расчетов, как правило, не воспринимаются всерьез. Достижение количественного соответствия между результатами численного моделирования и измерений представляет собой задачу верификации, которая актуальна не только в акустическом проектировании, но и в других областях физики и механики, например, в проблемах динамической прочности и гидродинамики.

В задаче верификации для акустического проектирования существуют две основные причины погрешности в численном моделировании: математическая и технологическая. Первая возникает из-за некорректной дискретизации, а вторая является следствием различных отклонений геометрии и физических свойств реального объекта (отклонения в форме, плотности и других физических параметрах, наличие всевозможных трещин, вмятин и т.д.) от идеального состояния. Если в первом случае погрешность расчетной модели достаточно просто устранить изменением дискретизации расчетной сетки, то путь уменьшения второго типа погрешностей неизвестен. Различными способами, и то не всегда, можно лишь установить факт нахождения того или иного дефекта в испытуемом объекте, но корректно учесть их в численной модели в лучшем случае трудоемко, а в худшем, невозможно, из-за неизвестных физических свойств и локализации. По этой причине к акустическим задачам верификации не применимы существующие в различных коммерческих пакетах методы оптимизации, требующие ручного задания априори неизвестного набора варьируемых параметров.

Разработанный авторами алгоритм автоматической корректировки численных моделей решает данную проблему нахождением распределения параметров жесткости элементов дискретной сетки, воспроизводящего результаты измерений спектральных характеристик конструкции. Основная идея метода заключается в том, что нет смысла путем тщательной дискретизации имитировать все возможные дефекты изготовления, а достаточно лишь внести нужные поправки в выбранные элементы модели. Более того, если такая модель верифицирована в достаточном числе контрольных точек, то неважно построена она с использованием очень большого числа элементов, описывающих подробно все нюансы объекта, либо же смоделирована на грубой сетке, с учетом найденных поправок.

Созданный алгоритм значительно повышает точность численного акустического моделирования и его внедрение в процесс акустического проектирования решает ряд конкретных задач по улучшению акустических характеристик разрабатываемых изделий.

Заведующий лабораторией
акустического проектирования,
к.ф.-м.н. А.С. Суворов