

УДК 004

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИИ И РАСЧЁТА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕЛЬНОКОРПУСНОЙ ГИТАРЫ

В.В. Федяев, студент гр. ИТ - 121, 4 курс.
Научный руководитель: И.С. Сыркин, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово.

Проблема изготовления музыкального инструмента сегодня заключается в том, что для непосредственного изготовления нужно уметь работать с деревом. Но, чтобы создать инструмент высокого класса с правильным и хорошим звуком, необходимо уметь подобрать материалы и придать правильную геометрию. Основной тенденцией в развитии гитаростроения является переход на его автоматизацию. Даже один человек используя недорогие ЧПУ станки может создать мелкосерийное производство высокого качества с хорошей повторяемостью результата. При этом материалы остаются разными для каждого инструмента и необходимо вносить корректировки в проект. Проведение расчетов вручную и изготовление тестовых образцов сопровождается большими экономическими потерями. Поэтому анализ, учет и расчет геометрии и акустических свойств, а также исследование и разработка методов и технических средств обеспечения моделирования геометрии и акустических свойств цельнокорпусных гитар представляет собой весьма актуальную проблему.

Ведется разработка приложения, преследующего следующую цель: повысить качество конечного инструмента, упростить подбор материалов. Для выполнения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Разработка средств отображения/визуализации модели гитары с возможностью выбора материалов.
2. Разработка средств расчета акустических характеристик цельнокорпусных гитар.
3. Автоматизация перерасчета геометрии модели под требуемые характеристики резонансной частоты.

При решении поставленных задач было создано Windows приложение. Языком программирования, используемым при разработке, является язык C#. Для хранения данных о моделях, используется хранилище данных на основе СУБД SQL Server 2014.

Автоматизации расчета акустических характеристик гитары, таких как акустическая постоянная, резонансная частота детали и прочих характеристик решается путем реализации нескольких методов расчета, таких как расчет механических свойств упругих тел [2], конечно элементный-анализ [3].

Механические свойства упругих изотропных твердых тел могут быть описаны следующими параметрами: двумя упругими модулями, двумя коэффициентами вязкости и плотностью. Обычно используют модуль Юнга E и коэффициент Пуассона σ или постоянные Ламе λ и μ . Величину μ также называют модулем сдвига. Между этими параметрами существует однозначная связь:

$$E = \frac{\mu(3\lambda+2\mu)}{(\lambda+\mu)}, \quad \sigma = \frac{E-2\mu}{2\mu}, \quad \mu = \frac{E}{2(1+\sigma)}, \quad \lambda = \frac{\mu(E-2\mu)}{3\mu-E}.$$

Зная эти параметры, можно составить дифференциальные уравнения, описывающие колебания однородных изотропных тел, и, проинтегрировав их, решить задачи о колебаниях стержней, пластин, шара и даже некоторых технических конструкций. Но так как дерево анизотропное вещество, а гитара сложное тело эти решения не подходят и готовых формул и расчетов для этого случая не существует, поэтому было принято решение использовать акустический модуль для САПР COMSOL Multiphysics. Модуль Acoustics предназначен для работы с устройствами, генерирующими, измеряющими и использующими акустические волны. Область применения модуля охватывает акустические системы, микрофоны, локаторы и многое другое.

Метод конечных элементов — это численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела.

Приложение будет передавать данные в COMSOL в котором будут производиться все расчеты, из COMSOL будут передаваться результаты и сравниваться с требованиями. При большой разнице будет произведено автоматическое изменение геометрии и снова расчет в COMSOL. Так до получения требуемого результата.

Исходными данными для расчета акустических свойств гитары являются: резонансная частота заготовки; расчетная акустическая постоянная, размеры и форма тела, материалы, плотность материала, модуль упругости.

Целью расчета является, проверка соответствия акустическим свойствам модели гитары и требуемым характеристикам, а именно — проверка резонансной частоты всех деталей.

При разработке средств визуализации моделей гитар используется графическая библиотека OpenGL [1]. Исходя из параметров модели, будет визуализирована геометрия гитары и расположение ее деталей относительно друг друга. Далее, при расчете характеристик акустических

свойств будет сделано сопоставление результатов с необходимыми характеристиками гитары. И затем, если имеется существенная разница между результатами и требованиями, то будет представлена возможность автоматического исправления модели для достижения требуемого результата.

Автоматическое изменение геометрии планируется осуществлять с использованием генетических алгоритмов или других методов многопараметрической оптимизации.

Примечание [A1]: Добавил

Разработанное приложение призвано помочь отдельным мастерам и маленьким мастерским повысить качество продукции, ускорить и упростить процесс проектирования и изменения уже имеющихся проектов. Визуализация и проведение расчетов даёт представление о внесенных изменениях и обоснование выбранных материалов и конструкции гитары, эффективности внесенных изменений. Применение разработанных средств визуализации и расчетов повышает эффективность моделирования геометрии гитары и предсказуемость конечного результата.

Список литературы:

1. Интернет ресурсы <https://www.opengl.org/> и www.delphigl.com.
2. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Методическая разработка “Резонансная акустическая спектроскопия твердых тел”. Физический факультет МГУ 2012г.
3. Интернет ресурсы <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
4. <http://www.Comsol.com>

Примечание [A2]: Добавьте ссылки на этот пункт.