

Верификация алгоритмов задания жесткого контакта при решении задач механики деформируемого твердого тела методом серийного эксперимента на большой выборке моделей в облачной инфраструктуре

Научный руководитель – Левин Владимир Анатольевич

Антонов А.М.¹, Вершинин А.В.²

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва, Россия, *E-mail: artmihant@gmail.com*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва, Россия, *E-mail: versh1984@mail.ru*

При проведении инженерного анализа деформируемого твердого тела методом конечных элементов, нередко возникает нужда в склейке модели, то есть в моделировании тела как односвязанной конструкции, состоящей из нескольких соединенных вместе объемных частей. Примером такой задачи может являться расчет механики зубного протеза[1], стыка трубы в сложном соединении[2], деталей микросхем, клеевых соединений и много другого[3].

Осуществить склейку модели можно двумя способами - либо построить общую, топологически связанную конечноэлементную сетку модели, либо построить на контактирующих поверхностях склеенных объемов граничное условие жесткого контакта, связывающее степени свободы узлов поверхностей через условие общности перемещений и напряжений по нормали[4]. Оба способа имеют свои преимущества и недостатки. В случае, когда модель связана посредством общей сетки, осуществить расчет может быть проще, однако сама сетка может оказаться избыточной по числу элементов и хуже отражать особенности модели. При связывании модели посредством условия жесткого контакта можно учесть и скорректировать зазор и нахлест сетки, однако модель оказывается численно более сложной.

В настоящей работе был произведен сравнительный анализ обоих методов на большой выборке САД-моделей.

Из набора данных моделей ABC Dataset[5] были отобраны 1000 подходящих - многообъемных и топологически цельных - моделей, на которых, посредовательно, была решена задача расчета модальных частот методом жесткого контакта и сращивания сетки. Была произведена оценка сходимости решения задачи для выбранных алгоритмов, оценка ресурсозатратности и размеров сетки.

Работа была произведена внутри облачной инфраструктуры облачного САЕ-сервиса Prove.Design[6].

Источники и литература

- 1) Левин В.А., Вершинин А.В., Мураев А.А., Яковлев М.Я., Левчegov И.О., Галахов А.К. Некоторые результаты применения методики снижения размерности для расчёта контактного взаимодействия системы имплантатов с челюстью с помощью пакета прочностного анализа «Фидесис» // Ломоносовские чтения. Научная конференция. Секция механики. 4–23 апреля 2023 года. Тезисы докладов. — Москва : Издательство Московского университета, 2023
- 2) Kukushkin A.V., Konovalov D.A., Vershinin A.V., Levin V.A. Numerical simulation in CAE Fidesys of bonded contact problems on non-conformal meshes // Journal of Physics: Conference Series, V 1158, I 3, 2019

- 3) Jan Haisma, G.A.C.M. Spierings, Contact bonding, including direct-bonding in a historical and recent context of materials science and technology, physics and chemistry: Historical review in a broader scope and comparative outlook // Materials Science and Engineering: R: Reports, Volume 37, Issues 1–2, 2002
- 4) В.А. Левин, А.В. Вершинин // Нелинейная вычислительная механика прочности. Том 2. Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ. 2015. 544 с
- 5) Koch, Sebastian and Matveev, Albert and Jiang, Zhongshi and Williams, Francis and Artemov, Alexey and Burnaev, Evgeny and Alexa, Marc and Zorin, Denis and Panozzo, Daniele, ABC: A Big CAD Model Dataset For Geometric Deep Learning // The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2019
- 6) <https://prove.design> // Интернет-ресурс.