

ПАКЕТ ПРОГРАММ ЛОГОС. РЕАЛИЗАЦИЯ СРЕДСТВ УПРОЩЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА

*Жильников Тимофей Игоревич (TIZhilnikov@vniief.ru), Линник Ольга Константиновна,
Потехин Антон Львович*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Данный доклад посвящен средствам упрощения геометрических моделей в ЛОГОС-ПРЕПОСТ (модуле пакета программ ЛОГОС для подготовки начальных данных для проведения инженерных расчетов и анализа полученных результатов) [0].

Операции упрощения геометрических моделей расширяют возможности ЛОГОС-ПРЕПОСТ в части редактирования геометрических моделей при подготовке инженерных расчетов. Использование операций упрощения при подготовке геометрических моделей делает исходную модель свободной от излишних деталей, а работу методов построения расчетных сеток более эффективной.

Ключевые слова: ЛОГОС-ПРЕПОСТ, упрощение геометрических моделей, редактирование геометрии.

LOGOS. IMPLEMENTATION OF DEFEATURE TOOLS FOR STRENGTH ANALYSIS PROBLEM

*Zhilnikov Timofey Igorevich (TIZhilnikov@vniief.ru), Linnik Olga Konstantinovna,
Potekhin Anton Lvovich*

FSUE «RFNC-VNIIEF», Sarov Nizhny Novgorod region

This report is devoted to the means of simplifying geometric models in LOGOS-PREPOST (module of the LOGOS Software for preparing initial data for engineering calculations and analyzing the results obtained).

The operations of simplifying geometric models expand the capabilities of LOGOS-PREPOST in terms of editing geometric models when preparing engineering calculations. The use of simplification operations in the preparation of geometric models makes the initial model free of unnecessary details, and the work of methods for constructing computational grids is more efficient.

Key words: LOGOS-PREPOST, simplification of geometric models, geometry editing.

Введение

Одним из компонентов пакета программ ЛОГОС является ЛОГОС-ПРЕПОСТ. Это программное средство, предназначенное для подготовки данных для счета и анализов результатов счета. Оно имеет удобный графический пользовательский интерфейс и обладает широкими возможностями по созданию и редактированию геометрии, генерации и редактированию различных видов сеток, заданию начальных данных и визуализации результатов расчета.

Процесс проведения инженерного анализа состоит из следующих этапов: импорт геометрии, подготовка геометрии, построение сетки, задание начальных данных, расчет и анализ результатов.

Одним из этапов является этап подготовки геометрии. Это сложный процесс, который в свою очередь так же можно представить рядом этапов, в результате которого получается геометрия, пригодная для сеткогенерации. Достигается это путем корректирования геометрии, упрощения и подготовке для различных генераторов.

Этап упрощения геометрии отвечает за получение из конструкторской модели модель для инженерного анализа. Применение средств упрощения делает исходную модель свободной от излишних деталей, а работу методов построения расчетных сеток более эффективной.

Убрав мелкие «косметические» элементы, мы можем прилично снизить размерность задачи. Бывают случаи, когда некоторые из подобных элементов нужны для обеспечения адекватности оценки работы конструкции, но очень часто они просто мешают. Определение ненужных геометрических особенностей – решение инженера. Даже для очень сложных геометрий данные упрощения не предоставляют сложности, хотя иногда и требуют кропотливого труда и усидчивости.

Средства упрощения реализованы во множестве популярных САПР и инженерных пакетов: proENGINEER, Autodesk, SolidWorks, SpaceClaim, Hypermesh и во множестве других. В большинстве своем работа со средствами упрощения там ведется уже на протяжении порядка 10 лет.

Интеграция в ЛОГОС

Основываясь на опыте популярных САПР и инженерных пакетов, реализация возможна двумя способами:

- прямое редактирование в САПР;
- перестроение с историей построения, восстановленной в САПР.

В нашем случае подходит только прямое редактирование. Реализация средств упрощения сильно зависит от возможностей геометрического ядра. В ЛОГОС-ПРЕПОСТ при подготовке к решению задач прочности в качестве геометрического ядра используется программная библиотека C3D. В относительно недавнем времени в C3D как раз начали появляться средства упрощения.

Авторами доклада проведена интеграция реализованных контрагентом алгоритмов в модуль ЛОГОС-ПРЕПОСТ, разработка программного и графического интерфейса. Для того чтобы обеспечить эффективную работу с контрагентом была разработана с нуля большая верификационная база данных, насчитывающая несколько сотен геометрических моделей различных уровней сложности. В базе данных есть как тесты с положительным, так и с отрицательным результатом (проверки на ошибки, некорректные данные). Для данной базы было реализовано автоматическое тестирование.

Операции упрощения

В данном разделе приведем краткое описание базовых алгоритмов и графического пользовательского интерфейса (ГПИ) каждой операции упрощения:

Операция удаления отверстий

Первоначально был реализован ручной режим, когда пользователь может самостоятельно индивидуально удалять отверстия. Однако когда речь идет о поиске и удалении из геометрической модели десятков, сотен и даже тысяч экземпляров таких геометрических особенностей, ручной режим уже не годится. Поэтому и был так же реализован автоматический режим. Когда пользователь может парой нажатий клавиш удалить ненужные ему отверстия.

На рис. 1 представлен диалог для удаления отверстий в ручном режиме, когда пользователь в качестве входных данных подает грани отверстий, которые он хочет удалить.

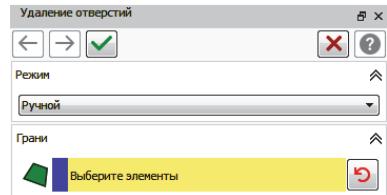


Рис. 1. ГПИ операции удаления отверстий в ручном режиме

Диалог для удаления отверстий в автоматическом режиме выглядит, как представлено на рис. 2. В качестве входных данных – тела, в которых пользователь планирует удалить отверстия. В качестве критерия для удаления отверстий в автоматическом режиме была выбрана диагональ параметрической коробки отверстия. Текущий критерий для удаления отверстий в автоматическом режиме самый простой. Это сделано для расширения возможностей в будущем – можно вносить свои правки и изменения не затрагивая исходный код.

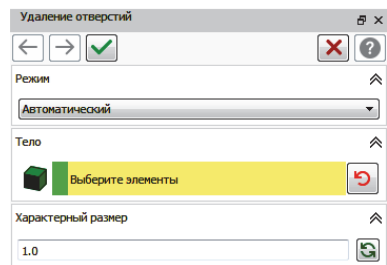


Рис. 2. ГПИ операции удаления отверстий в автоматическом режиме

В результате работы операции указанные отверстия или отверстия, попавшие под критерий, будут удалены из геометрической модели, как показано на рис. 3.

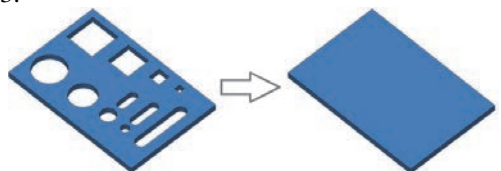


Рис. 3. Результат работы операции удаления отверстий

Что должно происходить в результате объединения граней понятно. В качестве входных данных операции выступают естественно грани для объединения, как показано на рис. 4.

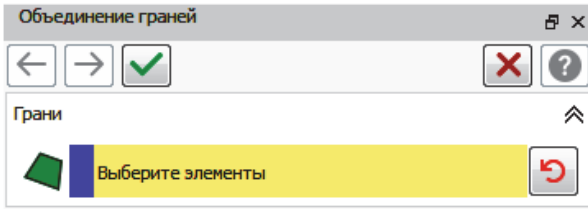


Рис. 4. ГПИ операции объединения граней

В результате работы операции указанные грани будут объединены, как показано на рис. 5.

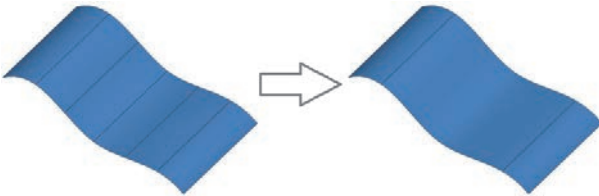


Рис. 5. Результат работы операции объединения граней

Операция удаления характерных особенностей

Алгоритм удаления характерных особенностей модели различных типов должен обеспечивать удаление указанных в телах моделей характерных особенностей: «скругление», «фаска», «углубление», «паз», «бобышка». Операция выполняется штатными методами геометрического ядра С3D.

Диалог операции, представленный на рис. 6, достаточно простой – выбираем тип удаляемых характерных особенностей, и грани, которые их образуют.

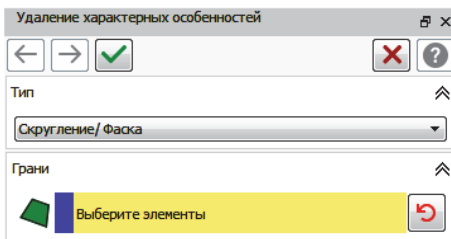


Рис. 6. ГПИ операции удаления характерных особенностей

На рис. 7 показан результат операции удаления характерных особенностей различного типа.

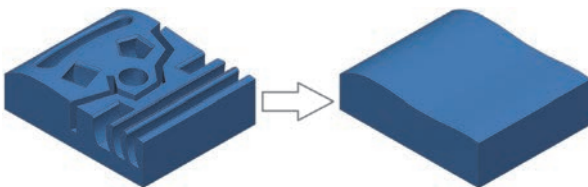


Рис. 7. Результат работы операции удаления характерных особенностей

Под элементом малого размера в модели понимается указанная пользователем грань модели малого размера. В качестве критерия определения грани малого размера может выступать как площадь грани, так и длина ребра, как показано на рис. 8.

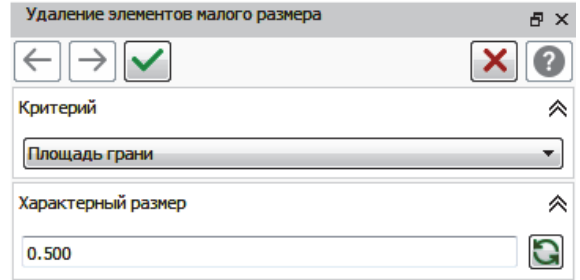


Рис. 8. ГПИ операции удаления элементов малого размера

На рис. 9 показан результат работы операции удаления элементов малого размера на примере восстановления срезанной вершины пирамиды.

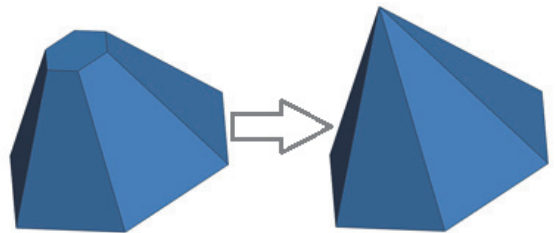


Рис. 9. Результат работы операции удаления элементов малого размера

Изяятие ребер

Каждая геометрическая модель перед удалением ребра должна быть проанализирована инженером не только для поиска ребер, но и на предмет корректности удаления этого ребра. Нужно понимать, что удаление из модели ребра может приводить к топологической некорректности, плохим данным для шивки и многим другим ситуациям. Также, удаление ребра, как правило, приводит к топологическому изменению модели, изменению объема и площади поверхности модели, что может сказаться на результатах проведения моделирования по измененной модели.

Для определения ребер, которые пользователь хочет удалить, необходимо выбрать вершины этих ребер и вершину для стягивания, как представлено на рис. 10.

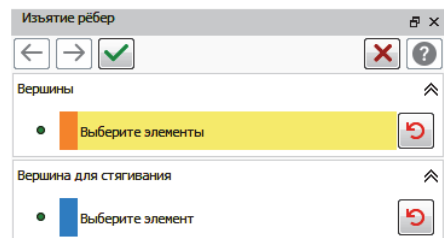


Рис. 10. ГПИ операции изъятия ребер

В результате работы операции указанное ребро будет удалено из геометрической модели, как показано на рис. 11.

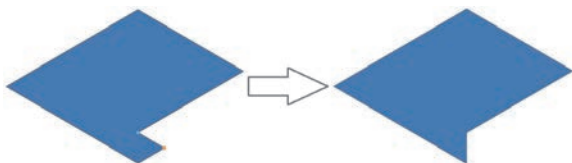


Рис. 11. Результат работы операции изъятия ребер

Операция построения срединных поверхностей

Алгоритм построения срединных поверхностей должен обеспечивать построение срединных поверхностей в геометрических моделях.

В качестве входных данных для операции в ручном режиме: тело, из которого будет извлекаться срединная поверхность, и наборы верхних и нижних граней. Достаточно часто бывает, что тело вполне сложной формы и выбрать сразу все пары граней затруднительно. В таком случае можно пары граней вводить постепенно, формируя их в наборы. Пример представлен на рис. 12.

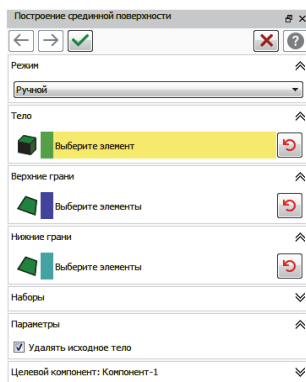


Рис. 12. ГПИ операции построения срединных поверхностей в ручном режиме

Очевидно, что даже для простой модели требуется порядочное количество телодвижений. Именно поэтому реализован алгоритм автоматического извлечения срединных поверхностей.

В качестве входных данных для операции в автоматическом режиме: список тел для извлечения срединных поверхностей, тип расчета радиуса скругления между гранями срединной оболочки, положение срединных поверхностей относительно одной из сторон и диапазон толщин для критерия фильтрации, который необходим для определения набора граней, для которых будут строиться срединные поверхности. Диалог операции построения срединной поверхности в автоматическом режиме выглядит, как представлено на рис. 13.

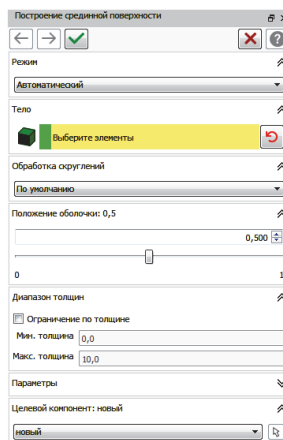


Рис. 13. ГПИ операции построения срединных поверхностей в автоматическом режиме

В результате работы процедуры для указанного тела будут построены срединные поверхности, как показано на рис. 14.

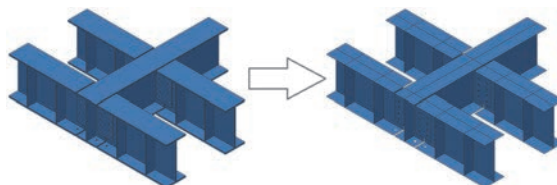


Рис. 14. Результат работы процедуры построения срединных поверхностей в автоматическом режиме

Заключение

В докладе представлено описание реализации базовых средств упрощения геометрических моделей в ЛОГОС-ПРЕПОСТ. Использование операций упрощения при подготовке геометрических моделей сделало работу методов построения расчетных сеток более эффективной. Приводятся особенности интеграции алгоритмов упрощения в ЛОГОС-ПРЕПОСТ, программная реализация, а также графический интерфейс пользователя.

Реализованные функциональные возможности расширили область применения средств подготовки геометрических моделей для моделирования инженерных задач прочностного анализа пакета программ ЛОГОС и позволили снизить импортозависимость отечественных предприятий промышленности от зарубежного инженерного программного обеспечения.

Список литературы

1. ЛОГОС-ПРЕПОСТ [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://logos.vniief.ru/products/prepost>.