

ПОДГОТОВКА 3D МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА В МОДУЛЕ КОМПАС 3D APM FEM

Шведов Сергей Алексеевич

магистрант, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, РФ, г. Орёл

Тучина Любовь Игоревна

магистрант, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, РФ, г. Орёл

Стебаков Иван Николаевич

магистрант, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, РФ, г. Орёл

Грядунов Игорь Михайлович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, РФ, г. Орёл

Для того чтоб начать проверочный расчет нужно произвести три действия: закрепить модель, назначить нагруженные детали, построить сетку.

Для этого в программе выбираем менеджер библиотек, открываем библиотеку «Расчет и построение» и выбираем пункт «APM FEM: Прочностной анализ». После того как выбрали данный пункт в менеджере библиотек (рисунок 1) наблюдаем три библиотеки, которые понадобятся для дальнейших расчетов. Для расчета прочность спроектированной конструкции необходимо указать или выделить нужные грани и плоскости для задания закреплений и нагрузок. После выбора команды появляются пункты в строке состояния и выбираем «Укажите грань (ребро)...». Для выделения достаточно навести на необходимые грани и ребра указатель мыши и нажать левую кнопку мыши.

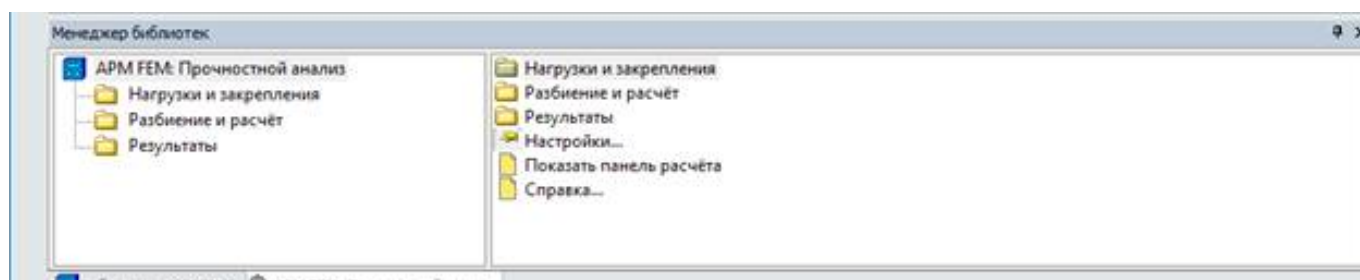


Рисунок 1. Менеджер библиотек

Следует учитывать вид указателя мыши для граней и ребер при выборе объектов. Цвет выбранных элементов сменится на красный, а в окне свойств будет указано общее количество объектов, к которым будет приложена нагрузка или задано закрепление (рисунок 2).

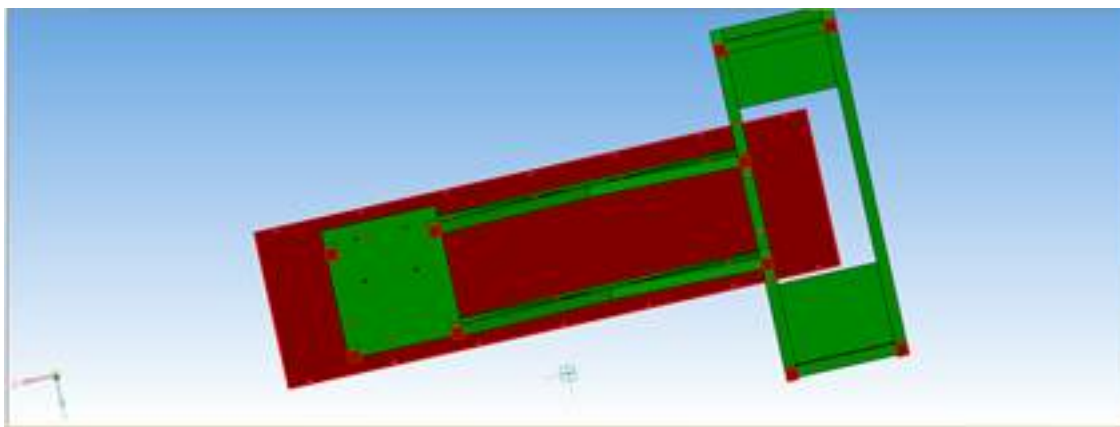


Рисунок 2. Выбор граней для закреплений

С помощью команды «Приложить давление» сможем приложить равномерно распределенное давление к поверхностям спроектированной модели. Выбранные поверхности, к которым будет приложено давление, выбранные плоскости и грани будут занесены в список граней и выделены красным цветом, так же, на ней появятся стрелки красного цвета, показывающие направление действующего давления (рисунок 4). В случае если такое же давление будет оказано и на другие поверхности, необходимо их добавить в список граней, аналогично тому, как это было сделано для предыдущей поверхности. На заключительном этапе выбирается значения давления, действующего на поверхность. Для этого необходимо в строке находящейся в нижней части экрана ввести числовое значение в окне рядом с надписью «Давление». Значение нагрузки может быть задано в двух величинах Н/мм² или МПа, так и в виде силы, действующей на данную грань или ребро. Для этого необходимо нажать на Н/мм² или Н. При заданном давлении через силу (Н) введенное значение будет распределено на все выделенные грани равномерно.

С помощью команды «КЭ-сетка» производится построение КЭ-сетки, которую выбираем на панели инструментов в разделе «Разбиение и расчет». Параметрами данной операции являются:

1. Максимальная длина стороны элемента,
2. Максимальный коэффициент сгущения на поверхности.
3. Параметры команды КЭ-сетка.

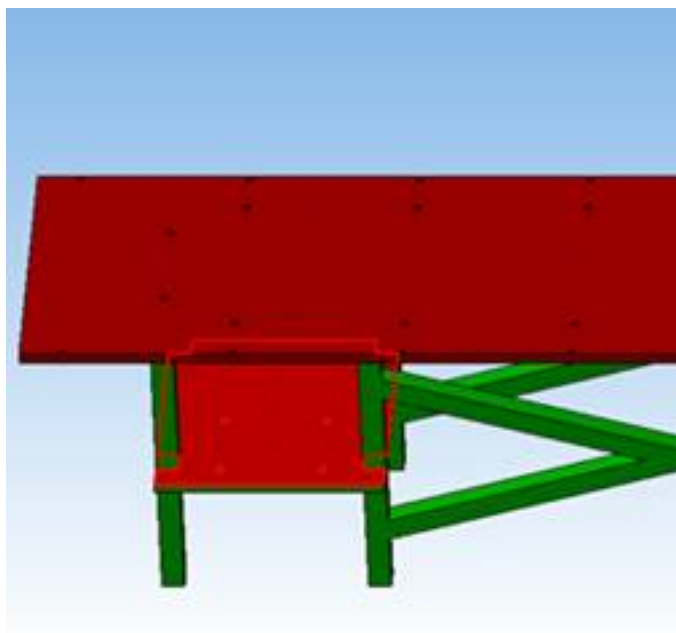


Рисунок 3. Указание поверхности, на которую будет приложено давление

Выбор 4-х или 10-ти узловых тетраэдров позволяет настроить тип конечного элемента. Использование 10-ти узловых тетраэдров позволяет применять разбиения с большим шагом по сравнению с 4-х узловыми, что позволяет компьютеру использовать меньше памяти и ресурсов при обеспечении точности расчёта.

Максимальная длина стороны элемента – величина, характеризующая размер конечного элемента (тетраэдра) в миллиметрах. Значение максимальной длины стороны элемента следует подбирать, исходя из характерных частей конструкции. Для более точного расчёта требуется более «густая» сетка.

Максимальный коэффициент сгущения на поверхности – коэффициент определяет, насколько следующий элемент можно сделать (где необходимо) меньше. При переходе к мелким частям конструкции, генератор КЭ-сетки может воссоздать конечный элемент в k раз меньше, по сравнению с прошлой КЭ. При значении 1 – получаем равномерную разбивку. В этом случае элемент с меньшими значениями, чем максимальная длина размера будет огрубляться. Задание значения больше 1 ведёт к генерации адаптивной разбивки. При этом КЭ-сетка будет отражать максимально точно геометрию узких мест. Обратной стороной точности будет увеличение общего количества КЭ и времени расчета.

Коэффициент разрежения в объеме – степень увеличения (уменьшения) стороны тетраэдра при генерации сетки вглубь объема твердотельной модели. Чем ближе к 1 – тем более одинаковыми становятся слои КЭ. При значениях, больших 1, внутренние КЭ получаются более крупными по сравнению с теми, что у поверхности. Это ведёт к уменьшению общего количества КЭ, без снижения точности расчёта. Диапазон изменения: 0.7...5.

Для выполнения расчета служит команда расчет панели инструментов Разбиение и расчет. Перед выполнением расчета следует обратить внимание на параметры расчета.

После вызова команды на экране появляется диалоговое окно, запрашивающее вид производимого расчета.

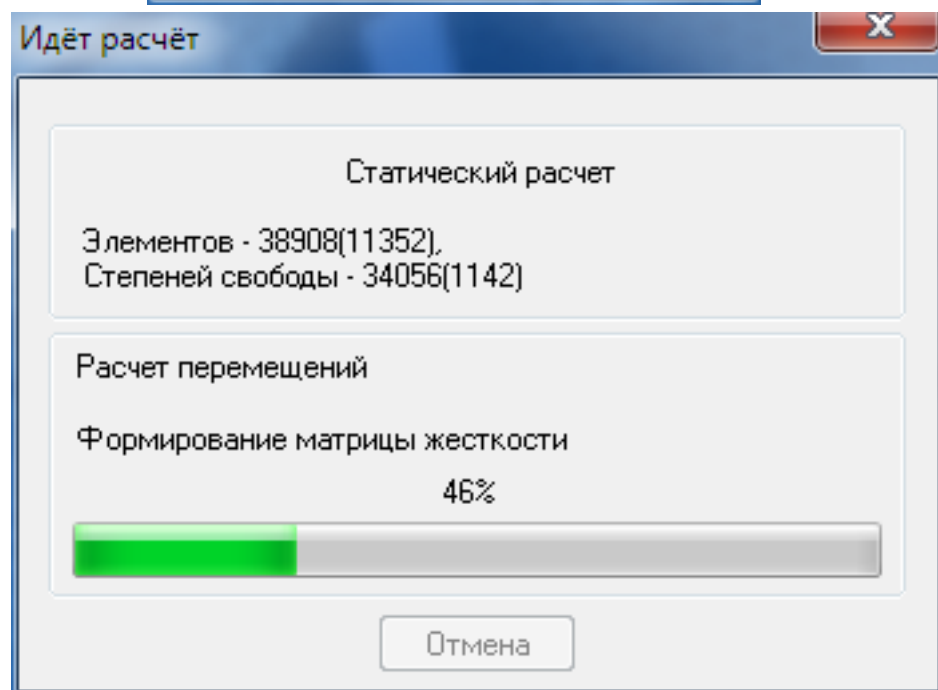
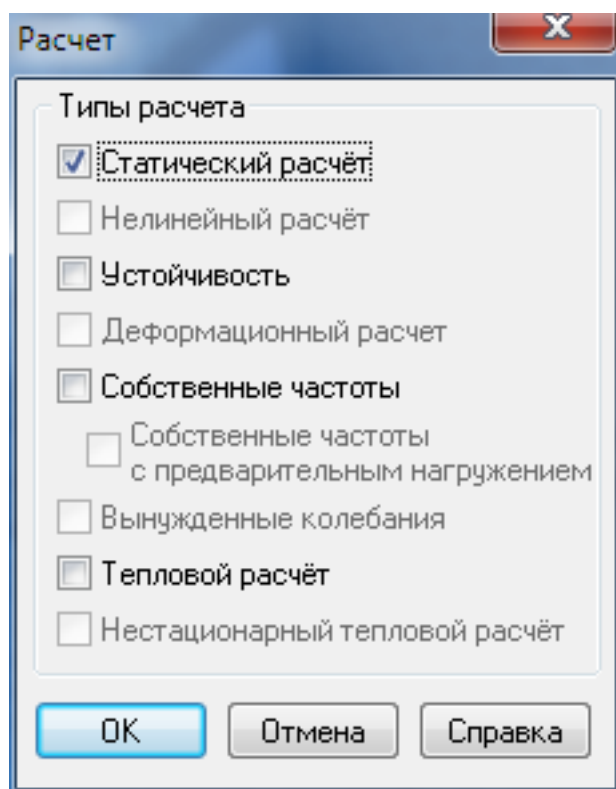


Рисунок 4. Окно «Типы расчета»

Рисунок 5. Окно «Идет расчет»

Команда **параметры расчета** панели инструментов разбиение и расчет вызывает окно с установками для расчета. Диалоговое окно имеет закладки, соответствующие каждому типу расчётов.

Поле **Метод решения системы уравнений** позволяет выбрать наиболее подходящий метод решения. LDL метод представляет собой факторизацию матрицы жёсткости ансамбля конечных элементов с приведением её к виду.

Frontal метод расчёта предназначен для конструкций, состоящих из большого количества конечных элементов. Метод отличается тем, что матрица жёсткости ансамбля

непосредственно в оперативной памяти компьютера не составляется, а решение системы уравнений идёт «фронтом» по всем степеням свободы. Глобальная матрица сохраняется на диске. Следующие поля Размер оперативной памяти (размер рабочей области памяти выделяемой для обработки «фронта») и Размер файла для хранения матрицы (устанавливается в зависимости от типа операционной и файловой систем) относятся только к фронтальному методу решения. Отличительной особенностью MT_Frontal является использование многоядерности процессора. Sparse – улучшенный метод работы с разреженными матрицами, обеспечивающий прирост скорости вычислений. При расчетах методом Sparse в матрице жесткости хранятся только ненулевые элементы, а временные файлы размещаются на жестком диске. Предназначен для моделей с большим количеством конечных элементов и с большой полушириной матрицы жесткости. Метод Sparse используется по умолчанию.

Первоначально для просмотра карт необходимо выбрать панель инструментов Результаты. Команда карта результатов вызывает диалоговое окно для выбора результатов расчета и дальнейшего их просмотра. Кроме того, в этом окне можно устанавливать различные опции представления результатов.

В группе Выбор результатов устанавливается группа результатов. В списке Объёмные элементы выбирается конкретный параметр для просмотра.

Ниже приводится описание некоторых параметров

1. UX – перемещение по оси X глобальной системы координат;
2. USUM – суммарное линейное перемещение;
3. SX – нормальное напряжение по оси X локальной системы координат элемента;
4. SXY – касательное напряжение в площадке с нормалью X и в направлении Y системы координат элемента;
5. SVM – эквивалентное напряжение по Мизесу.

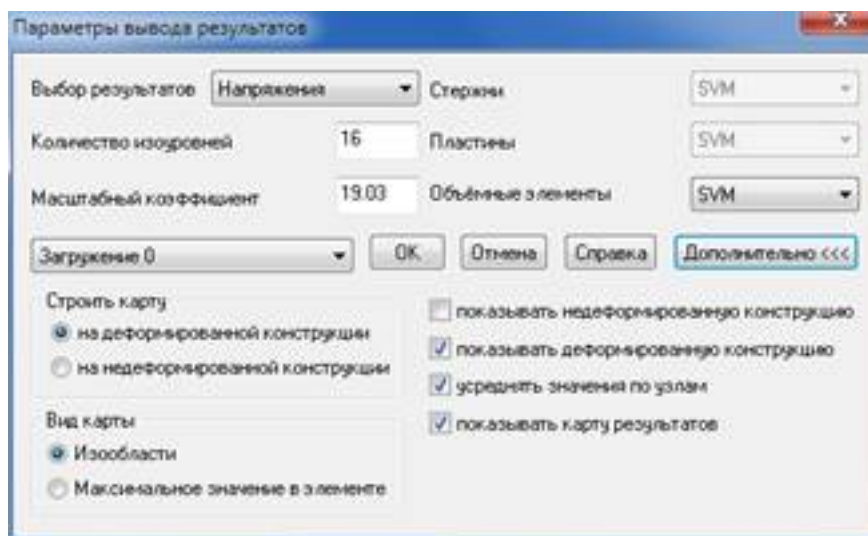


Рисунок 6. Диалоговое окно Параметры вывода результатов

После нажатия кнопки ОК отображается цветовая карта выбранного параметра. С помощью элементов диалогового окна Параметры отображения можно управлять режимами построения карты. Для просмотра результатов внутри твердотельной модели часть карты может быть скрыта с помощью установки глубины просмотра. По умолчанию, плоскость разреза совпадает с плоскостью вида. Глубина просмотра регулируется с помощью соответствующего бегунка прокрутки.

Для установки пользовательской плоскости разреза следует повернуть модель так, чтобы планируемая плоскость разреза совпала с плоскостью текущего вида, и нажать кнопку «Установить плоскость разреза».

Для карт результатов сборок можно отключать элементы, соответствующие отдельным деталям. Для этого в дереве модели в папке Слои необходимо включить/выключить с помощью контекстного меню слой, соответствующий детали.

Список литературы:

1. APFFEM: Руководство к пользованию [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://support.ascon.ru/source/info_materials/2015/APM_FEM_16.pdf – Загл. с экрана.