

Комплексное решение для прочностного анализа 3D-моделей

Вячеслав Каширский

В августе Группа компаний АСКОН и Научно-технический центр «Автоматизированное проектирование машин» представили сапровской общественности совместное комплексное решение для автоматизации прочностных расчетов.

Этого шага многочисленные пользователи КОМПАС-3D ждали с нетерпением. До недавнего времени подобные системы расчета прочности можно было приобрести лишь у ряда известных зарубежных вендоров. При всех плюсах таких решений (многофункциональность и универсальность), они имеют очень высокую стоимость. По этой причине их использование становится экономически целесообразным только в

специальных «расчетных» подразделениях крупных предприятий. Продавцы же систем «среднего» уровня часто лукавят, заявляя, что их встроенные решения «закрывают» большинство расчетных задач, и утверждая при этом, что российские разработки несовершенны и ненадежны.

Несомненно, в современных условиях жесткой конкуренции заказчики требуют от предприятий качественных проектных реше-

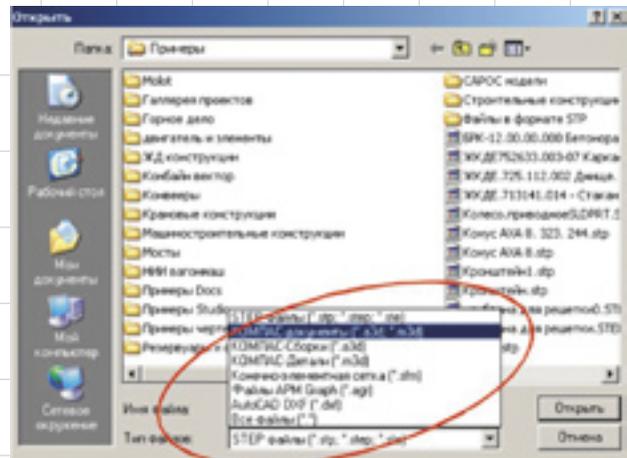


Рис. 3

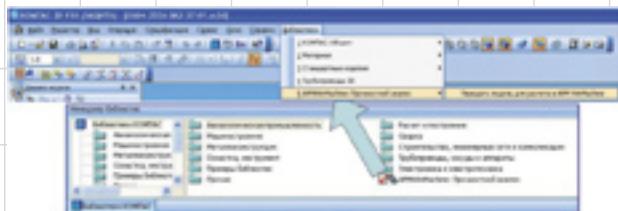


Рис. 1

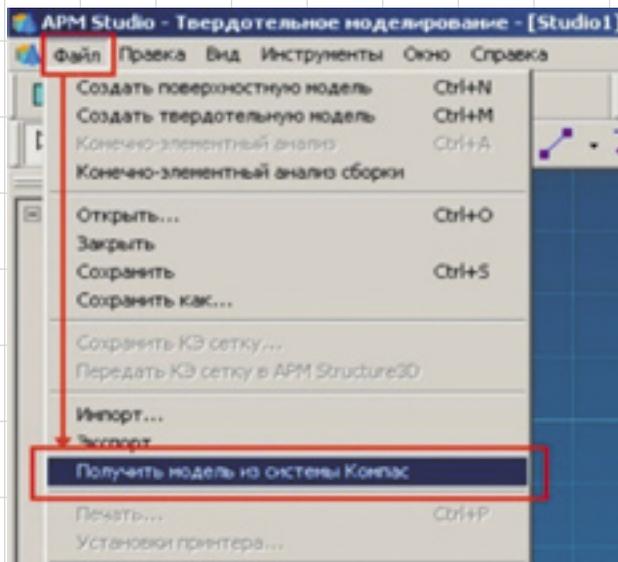


Рис. 2

ний, подкрепленных надежной расчетно-проверочной базой. Актуальной задачей является обеспечение прочности конструкций и их элементов по параметру себестоимости и весовым характеристикам. При этом для проведения качественного анализа необходима трехмерная модель, максимально соответствующая реальной конструкции.

Все вышеперечисленные факторы и привели две известнейшие российские компании к идее интеграции своих программных продуктов и создания комплекса ПО,

позволяющего выполнять анализ напряженно-деформированного состояния изделий на основе созданных трехмерных моделей. В качестве трехмерного моделиера в комплексе выступает КОМПАС-3D, а подготовка модели к расчету, расчет и вывод результатов возложен на APM Studio FEM. В нем могут быть рассчитаны стержневые, тонкие пластинчатые и объемные твердотельные конструкции, а также их произвольные комбинации. В состав этого решения входят инструменты подготовки трехмерных моделей к расчету, задания граничных усло-

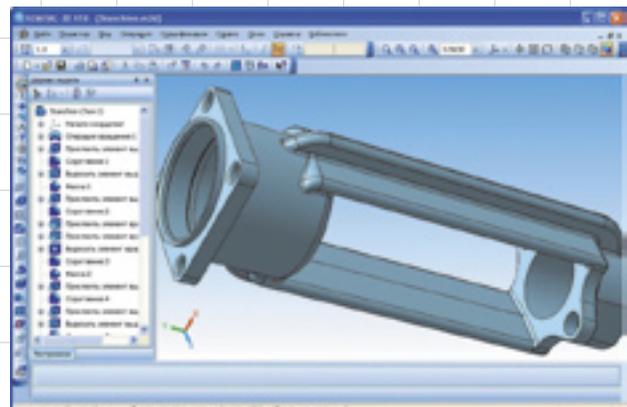


Рис. 4

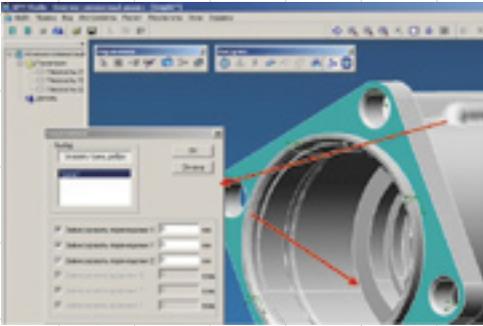


Рис. 5

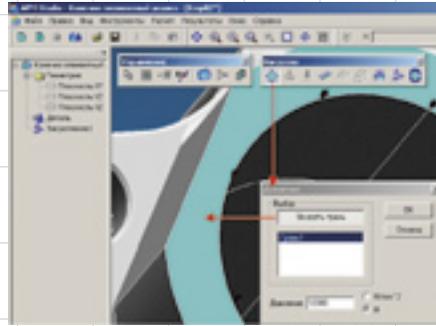


Рис. 6

- давление контактного типа;
- нагрузка, изменяющаяся по произвольному закону;
- температурные градиенты;
- линейные и угловые перемещения.

В системе реализована возможность динамического анализа. Это позволяет определять частоты и формы собственных колебаний, в том числе для моделей с предварительным нагружением, выполнить расчет на вибрацию

вий и нагрузок, а также встроенные генераторы конечно-элементной сетки (как с постоянным, так и с переменным шагом) и постпроцессор. Этот функциональный набор позволяет смоделировать поверхностный или твердотельный объект и проанализировать поведение расчетной модели при различных воздействиях.

Технологически это выглядит следующим образом. Трехмерные модели могут быть переданы для расчета тремя способами:

- из КОМПАС-3D, используя стандартный метод подключения библиотек (рис. 1);

- из APM Studio FEM, если в настоящий момент модель открыта в КОМПАС-3D (рис. 2);
- из APM Studio FEM, используя функцию импортирования, если модель ранее была сохранена в формате КОМПАС-3D (рис. 3). Закрепление и нагружение модели может происходить произвольным образом как силовыми, так и термическими воздействиями непосредственно в окне редактора APM Studio FEM (рис. 4 и 5).

Предварительно проводится указание опорных поверхностей (закрепляется деталь) и задаются условия нагружения (рис. 6-8). Интерфейс

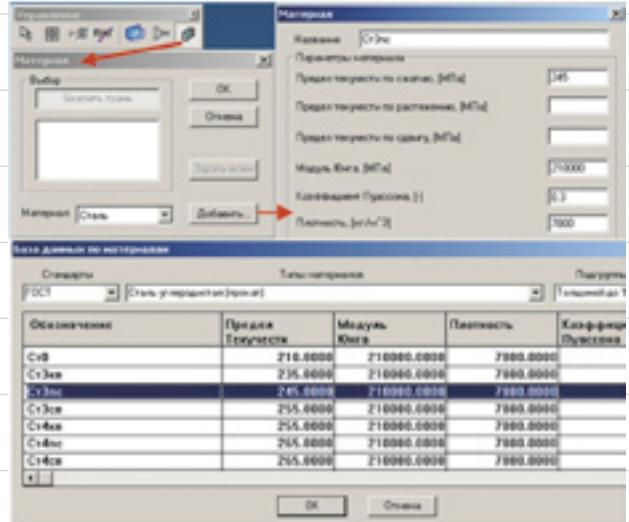


Рис. 9

программы позволяет пользователю непосредственно на пространственной модели конструкции указать граничные условия и задать нагрузки различных типов:

- силы, распределенные по длине;
- силы, распределенные по поверхности;
- силы, распределенные по объему (инерционные);
- давление гидростатического типа;

оснований, провести расчет вынужденных колебаний, описать поведение системы при заданном законе изменения вынуждающей нагрузки от времени с анимацией контактного процесса.

Очередным шагом перед расчетом прочности является уточнение свойств материала в соответствующей базе данных (рис. 9).

Для создания конечно-элементного представления объекта в APM Studio FEM предусмотрена

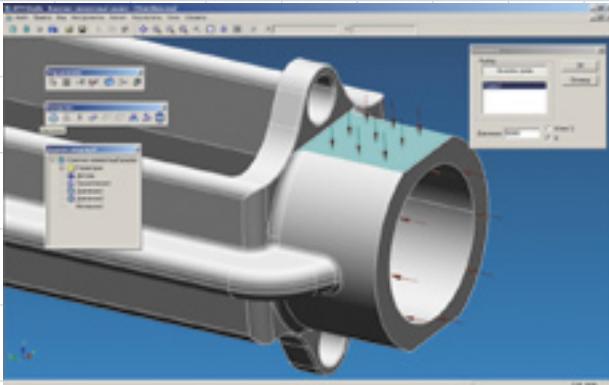


Рис. 7

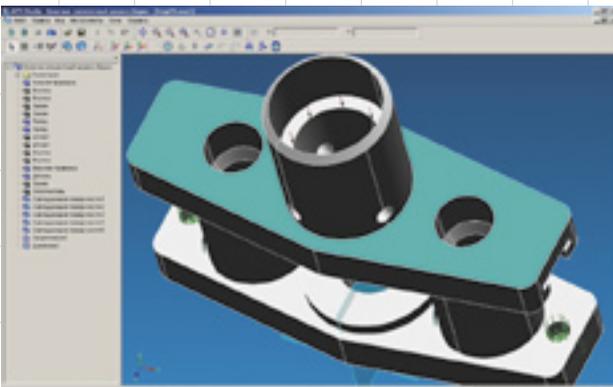


Рис. 8

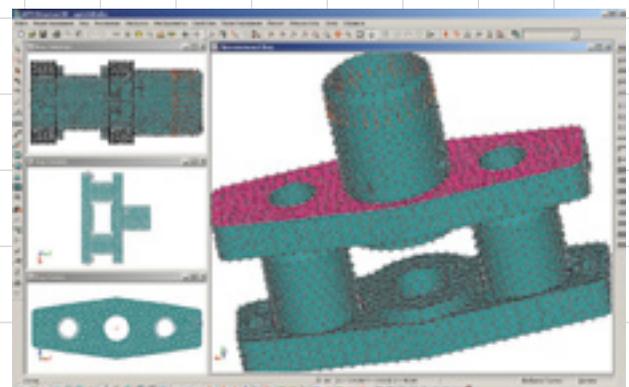


Рис. 10

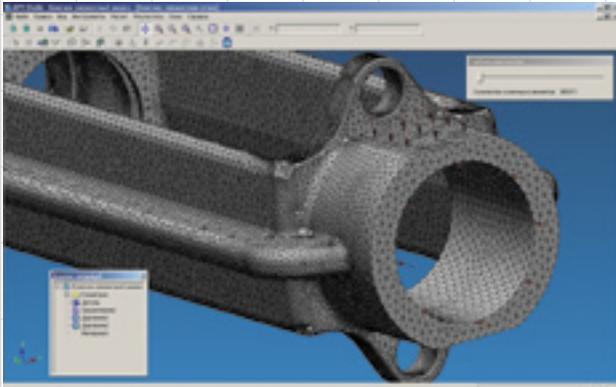


Рис. 11

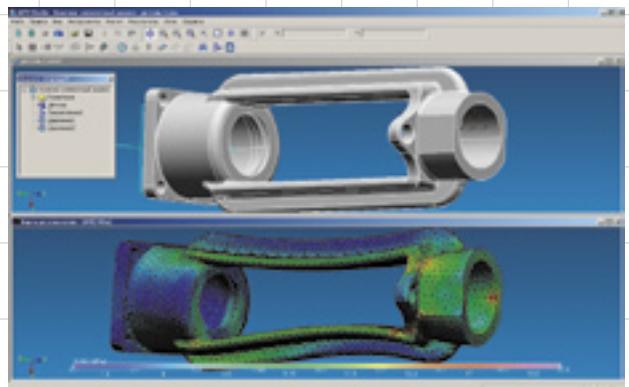


Рис. 15

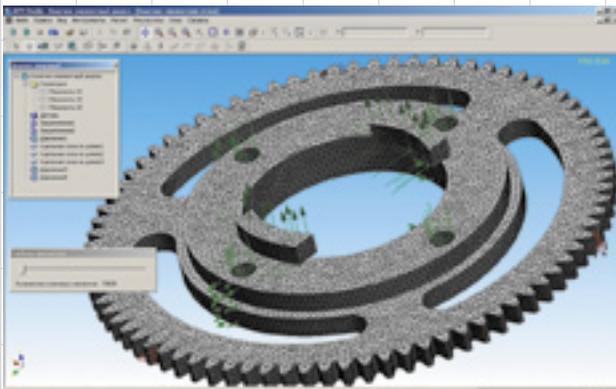


Рис. 12

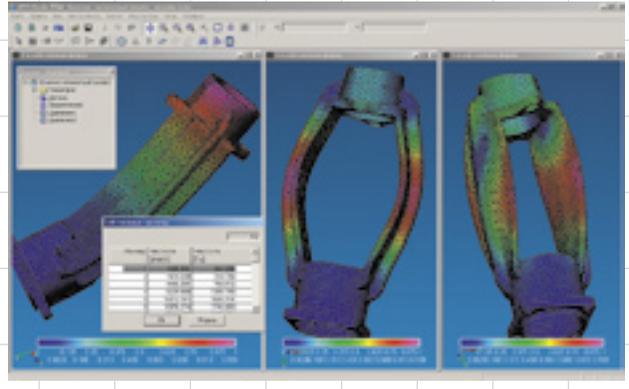


Рис. 16

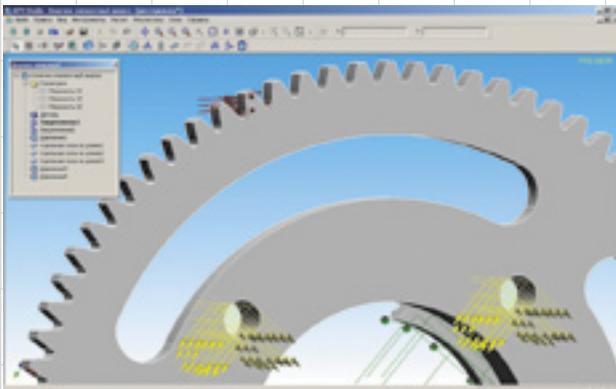


Рис. 13

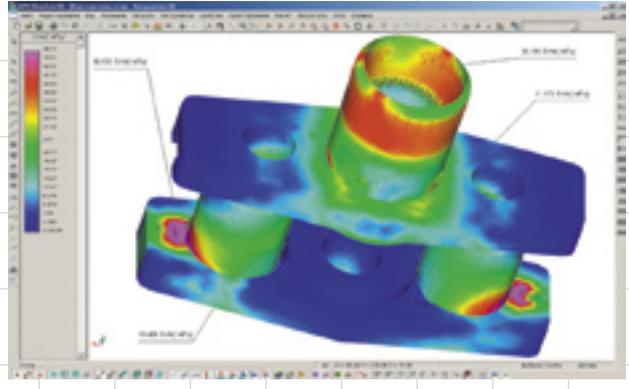


Рис. 17

функция генерации конечно-элементной сетки (рис. 10 и 11). При ее вызове происходит соответствующее разбиение объекта с заданным шагом. Если созданная расчетная модель имеет сложные неравномерные геометрические переходы, то может быть проведено адаптивное разбиение. Для того чтобы результат процесса был более качественным, генератор конечно-элементной сетки автоматически (с учетом заданного пользователем максимального коэффициента сгущения) варьирует

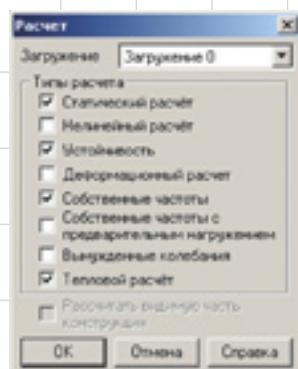


Рис. 14

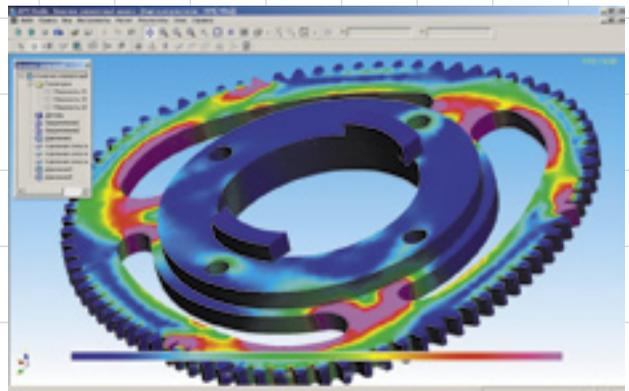


Рис. 18

величину шага разбиения. Этот функциональный набор позволяет комплексно проанализировать поведение расчетной модели при различных воздействиях (рис. 12 и 13).

APM Studio FEM дает возможность решать линейные задачи по расчету напряженно-деформированного состояния (статический расчет), статической прочности сборок, устойчивости, термоупругости, стационарной теплопроводности (рис. 14).

Результатами расчетов являются:

- распределение эквивалентных напряжений и их составляющих, а также главных напряжений;
- распределение линейных, угловых и суммарных перемещений;
- распределение деформаций по элементам модели;
- карты и эпюры распределения внутренних усилий;
- значение коэффициента запаса устойчивости и формы потери устойчивости;
- распределение коэффициентов запаса и числа циклов по критерию усталостной прочности;
- распределение коэффициентов запаса по критериям текучести и прочности;
- распределение температурных полей и термонапряжений;
- координаты центра тяжести, вес, объем, длина, площадь поверхности, моменты инерции модели, а также моменты инерции, статические моменты и площади поперечных сечений;

- реакции в опорах конструкции, а также суммарные реакции, приведенные к центру тяжести модели.

В комплексном решении для автоматизации прочностных расчетов компании АСКОН и НТЦ АПМ объединены достоинства «тяжелых» и «средних» решений: невысокая стоимость, широкие функциональные возможности, уни-

версальность и простота освоения. Оно позволит широкому кругу инженеров анализировать поведение расчетной модели при различных воздействиях и создавать оптимальные по цене, весу и энергопотреблению конструкции, а значит, такие изделия непременно будут конкурентоспособны как на российском, так и на мировом рынке. ►