

Алгоритм инженерного анализа от Autodesk

Специальное Конструкторское Бюро Приборостроения и Автоматики (ОАО «СКБ ПА») – динамично развивающаяся проектно-конструкторская организация, которая выполняет работы по проектированию и созданию продукции гражданского и специального назначения для отечественных и зарубежных заказчиков на уровне лучших мировых стандартов. Стратегия проектирования в ОАО «СКБ ПА» ориентирована на использование современного программного обеспечения и предполагает создание и сопровождение физического образца изделия по его виртуальному прототипу на протяжении всего жизненного цикла.

Среди изделий, разрабатываемых ОАО «СКБ ПА», наиболее сложными и наукоемкими являются системы управления техническими объектами: металлургическими, мобильными робототехническими комплексами и другой гражданской и специальной техникой. Неотъемлемой частью этих систем человеко-машинного взаимодействия являются пульта управления, за отображение актуальных данных в которых отвечают информационные блоки (рис. 1).

Целью моделирования информационного блока является подтверждение требований технического задания по обеспечению устойчивости к механическим и климатическим воздействиям, возникающим в процессе эксплуатации и при транспортировке изделия. Для проведения модельных исследований на предприятии был применен новый продукт от компании Autodesk – Algor Simulation Professional 2010.

Algor Simulation является основной разработкой Autodesk в области создания цифрового прототипа изделия. Он поддерживает прямой импорт геометрии и

ассоциативный обмен данными с Autodesk Inventor (*.ipt, *.iam), AutoCAD (*.dxf, *.dwg) и другими известными CAD-системами, а также импорт моделей в универсальных форматах (ACIS, STEP, IGES, STL). Возможность открывать файлы среды Autodesk Inventor непосредственно в Algor Simulation позволяет напрямую вносить изменения в геометрию модели без необходимости повторного переопределения нагрузки, закрепления.

Аналитический аппарат Autodesk Algor Simulation включает следующие типы расчетов: статические напряжения и линейная динамика; статическая и динамическая прочность; комбинированный прочностной и кинематический анализ; моделирование динамики многомассовых систем с поддержкой крупномасштабного движения и сильных деформаций с учетом их контактного взаимодействия; электростатика; вычислительная гидродинамика; теплоперенос и теплопередача, моделирование комплексных физических процессов (исследование нескольких физических процессов путем сопоставления результатов разных видов анализа).

Поскольку в ОАО «СКБ ПА» используются программные продукты Autodesk (Inventor и AutoCAD), то применение Algor Simulation позволяет использовать единый формат данных, без промежуточных файлов обмена. Использование прямой ассоциативной связи Inventor – Algor дает возможность сократить количество промежуточных конструктивных вариантов проработки изделий.

Результаты использования Autodesk Algor Simulation Professional в практике проектирования ОАО «СКБ ПА» можно наглядно проиллюстрировать на примере моделирования информационного блока пульта управления.

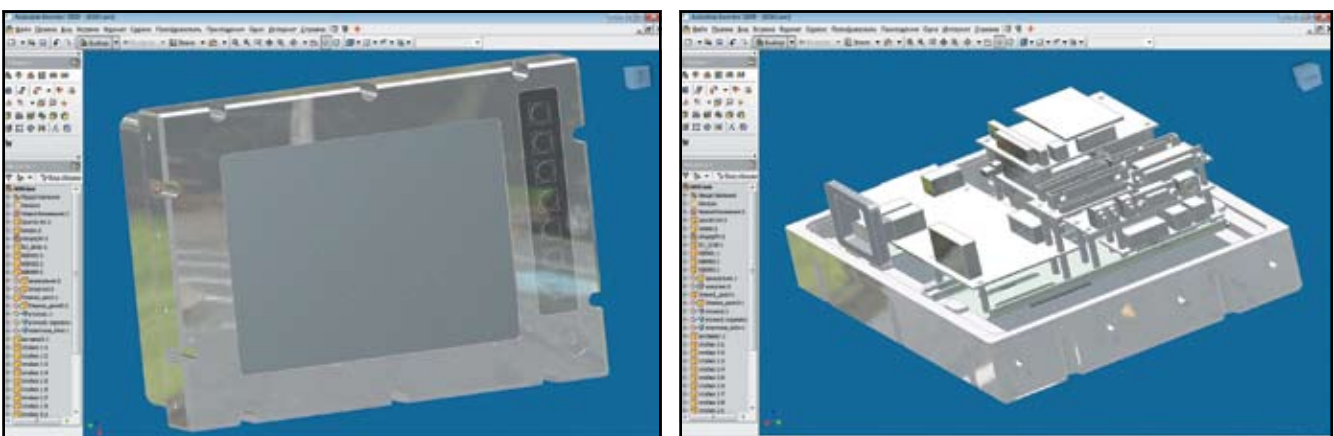


Рис. 1. Модель информационного блока в Autodesk Inventor (справа – без задней стенки)

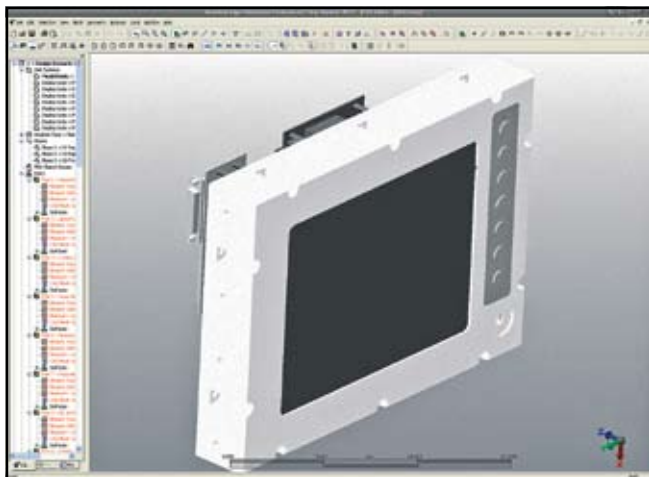


Рис. 2. Модель информационного блока в Algor Simulation

На рис. 2 представлена модель информационного блока пульта управления, выполненная в Autodesk Inventor и открытая в Autodesk Algor Simulation.

Определение устойчивости к механическим воздействиям проводилось через моделирование:

- ▶ статической прочности при перегрузке 10g в рабочем и транспортном положениях;
- ▶ критических частот колебаний, возникающих в узлах и деталях конструкции;

- ▶ теплового режима работы процессорного модуля при температуре окружающей среды в диапазоне от -30 до +50°C.

Расчет перегрузки

Поскольку изделие эксплуатируется в мобильной технике, при проведении расчетов ставилась задача определения запаса прочности при перегрузке порядка 10g, которая возникает как в процессе работы, так и при транспортировке.

В ходе работ моделировались три случая воздействия перегрузки, соответственно в трех основных направлениях – x, y, z. Результаты представлены на рис. 3.

Как следует из результатов расчета, запас прочности по перегрузкам составляет не менее 5 (для варианта горизонтального транспортного положения).

Расчет собственных частот колебаний конструкции

В процессе эксплуатации на мобильных системах и при транспортировке пульты подвергаются воздействию вынужденных колебаний. Моделирование собственных частот колебаний изделия призвано обеспечить устойчивость к данному типу воздействия. Устой-



Рис. 3. Результаты моделирования напряжения в конструкции при 10-кратной перегрузке (в направлениях X, Y, Z)

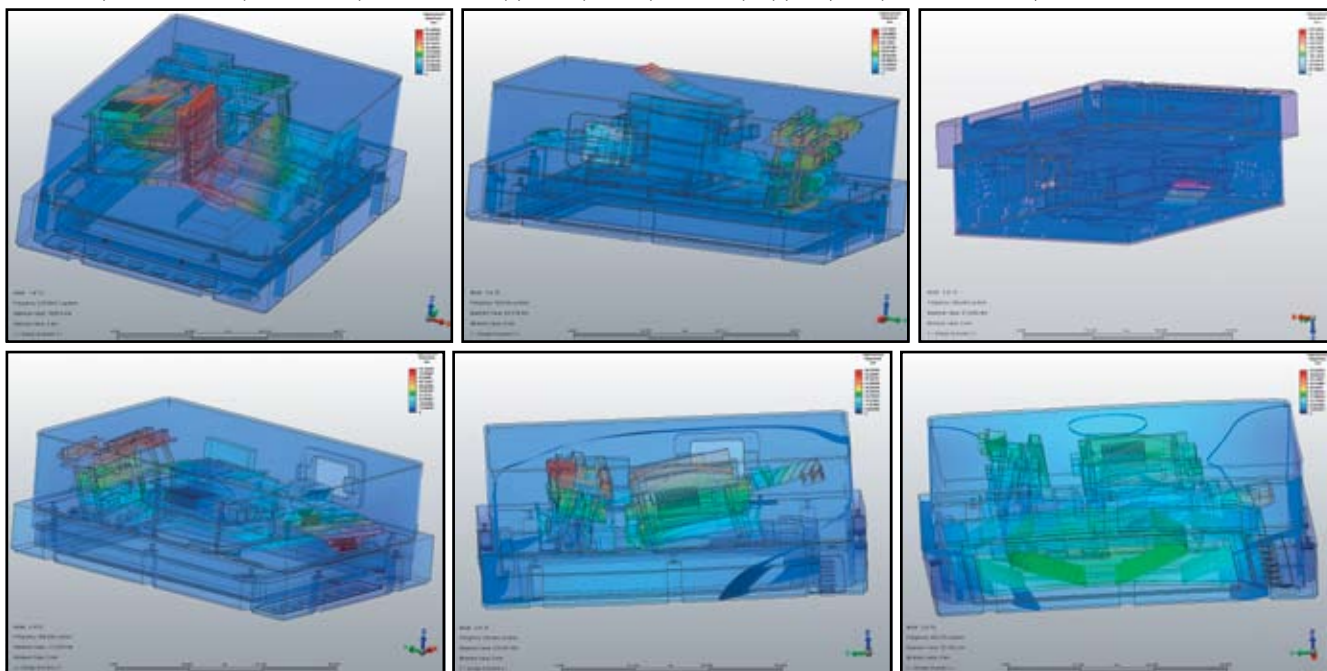


Рис. 4. Результаты моделирования собственных частот колебания конструкции (моды с 1-ой по 6-ую)

чивость обеспечивается конструктивными доработками для смещения критических частот колебаний вне рабочего диапазона.

В описываемом примере проводилось определение первых десяти мод колебаний при воздействии максимальной нагрузки взаимодействия элементов в конструкции (рис. 4). Мода – вид колебаний, возбуждающихся в сложных колебательных системах. Мода характеризуется пространственной конфигурацией колеблющейся системы, определяемой положением ее узловых точек (линий или поверхностей), а также собственной частотой. Каждой моде соответствует определенная собственная критическая частота.

В результате расчета первая собственная критическая частота оказалась равна 0,08 Гц, что ниже рабочего диапазона частот (от 1 Гц до 50 Гц), вторая (и последующие) – 58 Гц, что выше рабочего диапазона частот. Следовательно, исследуемое изделие устойчиво к воздействию колебаний во всем заданном диапазоне частот.

Тепловой расчет процессорного модуля

Одними из составляющих компонентов пультов являются электронные устройства. При их функционировании выделяется тепло. Поскольку диапазон рабочих температур пультов оставляет от -30 до +50, возникает необходимость обеспечения отвода тепла от тепловых источников. Данное моделирование призвано определить тип системы охлаждения – естественная или принудительная конвекция, а также конструкцию радиатора.

Модель одного из электронных компонентов – процессорного модуля – представлена на рис. 5.

В качестве тепловой нагрузки была применена максимальная мощность тепловыделения по паспорту электронных компонентов, а также естественная конвекция по свободным поверхностям модуля. Результаты моделирования представлены на рис. 6.

Как следует из результатов расчета, перегрев при естественной конвекции процессорного модуля незначителен и укладывается в предельный диапазон допустимых температур для используемой элементной базы.

По результатам модельных исследований была доработана конструкция информационного блока пульта управления, выпущено необходимое количество конструкторско-технологической документации, произведен опытный образец, прошедший полный объем приемосдаточных испытаний (рис. 7).

Заключение

Программный комплекс Autodesk Algor Simulation Professional 2010 по функциональным возможностям сопоставим с “тяжелыми” САЕ-системами. Поэтому, несмотря на большое количество методических руководств и примеров по использованию Algor, программа довольно сложна в освоении. Однако узнаваемая по AutoCAD и Inventor технология Autodesk по построению системы меню и диалоговых окон позволяет освоить данный инст-

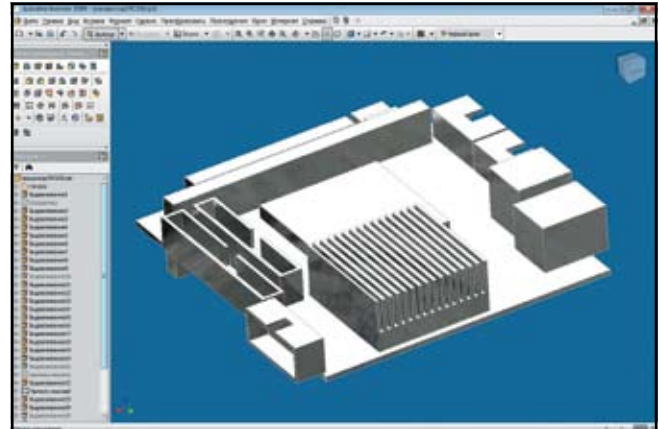


Рис. 5. Модель процессорного модуля в Autodesk Inventor

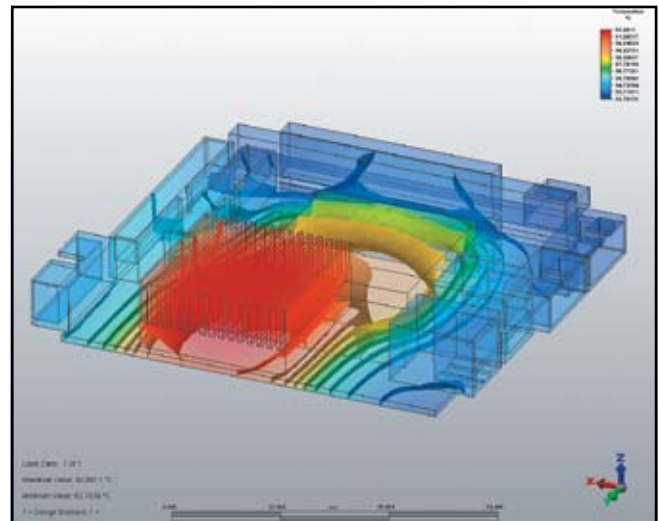


Рис. 6. Распределение температуры по конструкции процессорного модуля



Рис. 7. Фотография информационного блока пульта управления (режим отображения – приборная панель)

румент (с помощью консультаций сертифицированных специалистов, в случае ОАО “СКБ ПА” – Русской Промышленной Компании) в кратчайшие сроки. Кроме того, для ознакомления и опытного применения существует облегченная версия Autodesk Algor Simulation Express.

Использование Autodesk Algor Simulation в ОАО “СКБ ПА” позволило обеспечить полный спектр необходимых расчетов в рамках конструкторско-технологической подготовки производства разрабатываемой продукции.

А. В. Пузанов, к.т.н., начальник научно-исследовательского сектора, ОАО “СКБ ПА”