

тором успеха ЕРС-компании (engineering, procurement, construction — инжиниринг, поставки, строительство) или промышленного предприятия в конкурентной борьбе. Преимущество достигается не только за счет технической модернизации, но и за счет перестройки бизнес-процессов, повышающей эффективность принятия решений руководством предприятия.

Список литературы

1. Черников О.Г., Шапошников В.А., Тихоновский В.Л., Кононов В.В., Чуйко Д.В., Былкин Б.К. Разработка БД для

вывода из эксплуатации блоков ЛАЭС // Экология и атомная энергетика. 2005. №1.

2. Кононов В.В., Андреева Н.Н. Человеческий фактор в применении САПР: как сохранить понимание технологического процесса и инженерную интуицию // Нефтяное хозяйство. 2013. № 9.
3. Кононов В.В., Тихоновский В.Л., Доробин Д.С., Сальников Н.В., Трифонов В.Е. Концепция СОМОКС: интеграция «полевых» и «штабных» ИТ для обеспечения эффективности капитального строительства//Монография «Лучшие практики проектирования и сооружения сложных инженерных объектов в России и за рубежом». 2013.

Куликов Валерий Анатольевич — ведущий аналитик ЗАО "НЕОЛАНТ".

Контактный телефон (499) 999-00-00.

E-mail: info@neolant.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ян Ларссон (Siemens PLM Software)

Показаны преимущества от использования систем автоматизированного проектирования, объединяющих высокоуровневые средства цифрового моделирования, включая инструменты геометрического моделирования, с приложениями по управлению данными. Применение таких систем позволяет создавать расчетные CAE-модели быстрее, чем при традиционных процессах инженерного анализа.

Ключевые слова: цифровое моделирование, системы автоматизированного проектирования, опытные образцы, конструкторская подготовка производства, единое информационное пространство.

Введение

Сегодня производители испытывают серьезную потребность в сокращении сроков выпуска изделий на рынок. Цифровое моделирование позволяет рассмотреть больше число вариантов конструкции за меньшее время. Данная методика зарекомендовала себя в качестве эффективной альтернативы испытаниям реальных опытных образцов. Предприятия стараются расширить сферу применения цифрового моделирования, внедряя его на самых ранних этапах процесса разработки.

На этапе проектирования компании заинтересованы в сжатые сроки получить конструкторский проект и изготовить по ним опытные образцы, которые далее будут испытываться и оцениваться на соответствие изделия заданным характеристикам. В результате конструкторские ошибки часто не выявляются до момента испытания опытного образца. Это приводит к отставанию от графика проектных работ, резкому росту себестоимости, несоответствию изделий ожиданиям рынка и требованиям бизнеса, что в свою очередь приводит к росту риска неудовлетворенности заказчика и/или отзыва готовых изделий.

Во многих случаях конструкторы и расчетчики работают практически независимо друг от друга. Ранее это было вызвано тем, что расчетчики привлекались к работе только в том случае, если на испытаниях что-то ломалось, либо они выполняли окончательные расчеты на этапе утверждения конструкции перед выходом изделия на рынок. Даже при выполнении

цифрового моделирования на более ранних этапах жизненного цикла изделия исполнители работают с массой специализированных и не связанных друг с другом систем. При этом возникают избыточные данные и непроизводительные процессы, что в конечном итоге приводит к росту временных затрат на проведение расчетов.

Подобный процесс проектирования является не только медленным и запутанным, но и создает прецеденты появления конструкций типа "и так сойдет". Такой подход явно устарел, поэтому предприятиям нужно переходить на новый уровень разработки изделий, более глубоко встраивая моделирование в процесс конструкторской подготовки производства. Это стало возможным благодаря внедрению более функциональных и лучше синхронизированных инструментов, предназначенных как для конструкторов, так и для расчетчиков. Подобные инструменты должны поддерживать параллельные процессы конструирования и моделирования.

Цифровое моделирование как основа проектирования

Исторически цифровое моделирование часто не поспевало за графиком проектных работ. Нередко результаты расчетов приходили слишком поздно и оказывались бесполезными. Это привело к заметному разочарованию, нерациональному использованию и неразберихе, связанной с системами инженерного анализа (CAE). Согласно отчету консорциума AutoSim, из всего времени, необходимого инженерам

для выполнения расчета системы или подсистемы изделия, 80% тратится на создание модели.

Чтобы ускорить работу, следует согласовать все этапы процесса моделирования. Цель — достигнуть такого уровня, когда моделирование будет выполняться синхронно с конструированием, в ряде случаев управляя им, а результаты расчетов будут влиять на все принимаемые проектные решения. Необходима подготовка расчетных моделей (например, конечноразмерных) с точностью, требуемой на конкретном этапе проектирования.

В настоящее время в процессе подготовки производства используется широкий спектр программных средств. У конструкторов есть множество САД-систем, а у расчетчиков — целый ряд CAE-приложений, в том числе поддерживающих параллельные расчеты различных физических явлений, электромагнетизма, газогидродинамики, прочностные расчеты методом конечных элементов, анализ усталостной прочности и разрушений, акустическое прогнозирование и оптимизация конструкций. При проектировании на основе цифрового моделирования инженеры получают доступ к мощным средствам редактирования геометрии, например, к инструментам прямого (динамического) моделирования и размерного проектирования. Новейшее достижение в этой области — уникальная синхронная технология, объединяющая скорость и гибкость прямого моделирования с точностью размерного проектирования. Эти мощные инструменты позволяют инженерам и расчетчикам легко редактировать модели и получать необходимую для цифрового моделирования идеализированную геометрию, не дожидаясь, пока данную задачу выполнят конструкторы. Таким образом, удастся быстро реагировать на изменения в конструкции, а также предлагать изменения на основе результатов расчетов.

Поскольку моделями и данными легко обмениваться, подобный уровень интеграции облегчает работу специалистов. Им предоставляются единый пользовательский интерфейс и набор элементов модели, что размывает границы между конструктором и инженером-расчетчиком. Это не значит, что один и тот же человек может выполнять обе функции, но при наличии централизованного хранилища информации становится возможным использовать инструменты (специализированные версии приложений для каждой группы исполнителей), позволяющие конструкторам выполнять основные расчеты, а расчетчикам вносить необходимые коррективы в геометрию модели. Это позволяет добиться более высокого уровня синхронизации работ и понимания между конструкторами и рас-

четчиками. Кроме того, обе группы специалистов теперь могут оперативно вносить изменения в проект.

Столь высокий уровень согласованности действий конструкторов и расчетчиков достигается при внедрении полнофункционального набора интегрированных средств автоматизации, например, NX™ от Siemens PLM Software. NX — мощный набор интегрированных систем конструирования, цифрового моделирования и технологического проектирования, помогающий предприятиям добиться роста производительности на всех этапах жизненного цикла изделий.

Внедрение основанного на результатах моделирования процесса разработки изделий, а также применение расчетных методик на стадии эскизного проектирования дает возможность повторно использовать существующие геометрические модели, а не создавать их заново "с нуля". При этом разработчики могут исследовать альтернативные решения, выявлять недостатки проекта и оптимизировать характеристики изделия до изготовления опытного образца и даже до этапа выпуска рабочей документации. В подобном процессе важные решения по выбору функциональности изделия, геометрии и материалов деталей и узлов принимаются на ранних стадиях и на основе результатов моделирования.

Реальные и виртуальные опытные образцы

Цифровое моделирование и виртуальные проверки не смогут полностью заменить реальные опытные образцы и испытания, но они резко уменьшают число изготавливаемых образцов. Кроме того, сопоставление результатов реальных испытаний с данными расчетов дает дополнительную возможность для проверки проектных решений.

Разумеется, испытания опытных образцов могут потребовать внесения некоторых изменений в конструкцию, но число дорогостоящих и требующих длительного времени для реализации изменений сокращается на порядки. Аналогично значительно снижается

и риск отзыва готовой продукции. Таким образом, конструкция в гораздо большей степени отвечает техническим и экономическим требованиям, чем в случае разработки по старому принципу "спроектировать — рассчитать — изготовить — испытать".

Цифровое моделирование и культура проектирования

Для многих предприятий описанный процесс проектирования с использованием результатов цифрового моделирования требует значительного изменения культуры организации труда. Помимо внедрения новых технологий, будут необходимы серьезные



Рис. 1. Моделирование динамики гибкого тела в NX

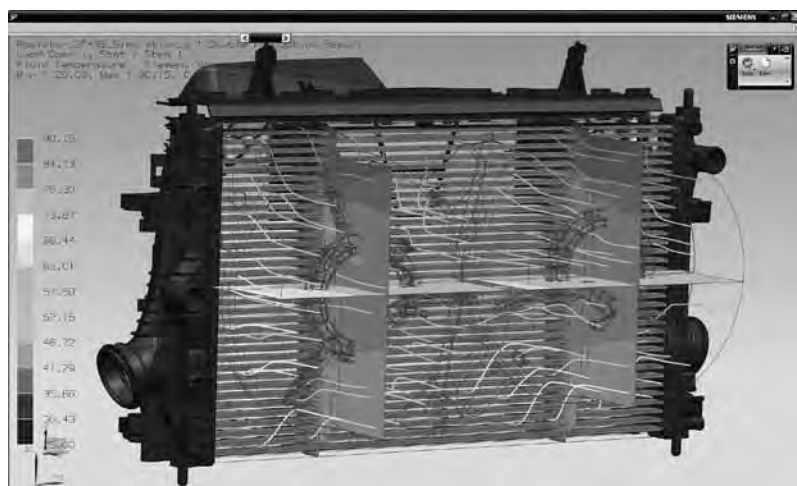


Рис. 2. При помощи трех секущих плоскостей в NX оптимизируется воздушный поток в радиаторе с двумя вентиляторами

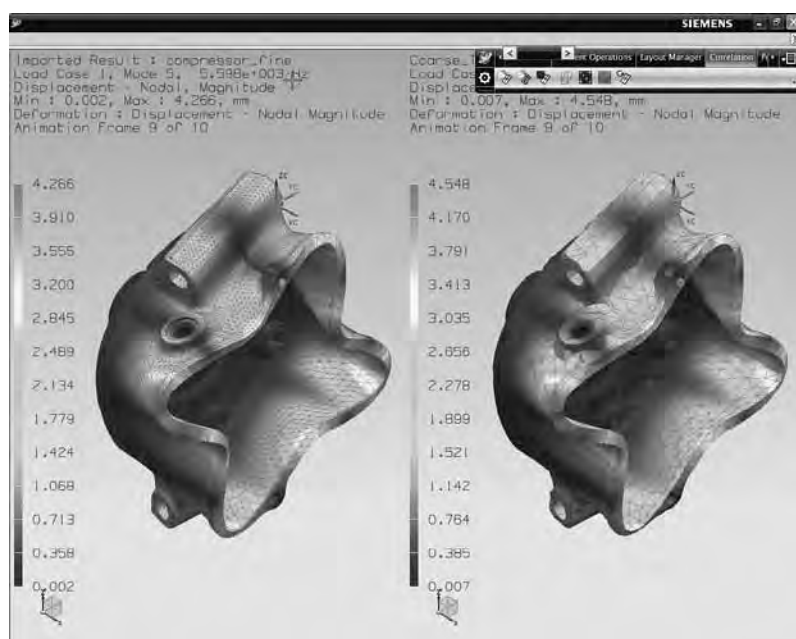


Рис. 3. Сравнение результатов расчетов и испытаний в NX

изменения в рабочих процессах и в сознании сотрудников. Может потребоваться реорганизация способов совместной работы профессиональных групп, а также отказ от старых привычных приемов работы.

Специалистов, привыкших как можно дольше держать у себя данные, чтобы получить от остальных максимум информации и уменьшить вероятность внесения изменений в дальнейшем, необходимо убедить в необходимости обмениваться предварительными информационными результатами, чтобы ускорить весь процесс разработки. Каждая группа проектантов должна понимать потребности своих коллег.

Дополнительное преимущество от использования описанного процесса проектирования состоит в том, что правильно синхронизированный и управляемый процесс помогает предприятиям соблюдать нормативные требования относительно прослеживаемости рабочих процессов.

Используя такие системы, как NX, объединяющие высокоуровневые средства цифрового моделирования, включая инструменты геометрического моделирования, с приложениями по управлению данными (например, с Teamcenter® от Siemens PLM Software), пользователи смогут создавать расчетные CAE-модели быстрее, чем при традиционных процессах инженерного анализа.

Перечислим лишь несколько возможностей этого продукта. Реализованная в NX уникальная интегрированная среда проектирования и инженерного анализа сокращает время, затрачиваемое на подготовку цифровых моделей, и позволяет быстрее выполнять цикл "проектирование — расчет" и быстрее выводить высококачественные изделия на рынок. В NX предусмотрена полная поддержка расчета гибких тел, объединяющего упругую деформацию и кинематику жестких тел, благодаря чему инженеры могут оценивать воздействие гибкости детали на работу и долговечность всего механизма и при необходимости вносить соответствующие изменения в конструкцию (рис. 1).

Интегрированный междисциплинарный анализ облегчает оценку реальных условий работы объекта, применяя сразу несколько физических моделей, например, для анализа потоков и тепловых расчетов без создания отдельных моделей и передачи данных между разными программными средствами (рис. 2). NX позволяет сравнивать результаты реальных испытаний с результатами расчетов и оптимизировать цифровые модели, чтобы точно прогнозировать поведение реального изделия (рис. 3).

Подобная параллельная совместная работа, когда идет обмен 3D-моделями, данными и результатами, и каждый может видеть геометрию в реальном времени, приводит к созданию рабочих процессов, упрощающих контроль проектных решений, а также позволяет различным отделам проверять, одобрять или отвергать предлагаемые конструкции.

Цифровое моделирование и инновации

На результатах численного моделирования основываются важнейшие компромиссные решения, которые должны уравновесить противоречивые требования к изделию, в частности, по надежности, себестоимости и массе. Кроме того, такое моделирование играет важную роль в инновационном процессе. Новые идеи требуется проверять, уточнять и дорабатывать, пока они не станут пригодными для практической реализации и выхода на рынок.

Как правило, до начала разработки рабочей документации рассматриваются сотни различных эскизных проектов. Раньше требовалось изготавливать реальные опытные образцы, поэтому испытывались очень немногие радикальные идеи и варианты конструкции, а изделия совершенствовались очень медленно.

Технический прогресс и технологические достижения, а также централизованное хранение конструкторской и расчетной информации позволяют значительно расширить поле для экспериментов. Эксперимент — это основа инновационного проектирования, поэтому столь важно с самого начала включить эксперименты и испытания в процесс разработки.

Если расчеты и внесение изменений по их результатам выполняются достаточно быстро, то даже радикальные, но малореальные идеи могут дать полезную информацию и повысить уровень понимания замысла конструктора. Это особенно важно на ранних этапах проектирования, когда требуется отсеять потенциально неудачные варианты и сосредоточить последующие усилия на меньшем числе более многообещающих идей.

Заключение

Таким образом, основывая процесс разработки изделия на цифровом моделировании, инженеры

лучше понимают и предсказывают поведение изделия, а также улучшают его характеристики. И все процессы разработки выполняются в цифровом виде. При этом удается рассмотреть больше концептуальных проектов, что сокращает прямые затраты на изготовление дорогостоящих опытных образцов и позволяет быстрее принимать обоснованные проектные решения. В этой области компания Siemens PLM Software предлагает полнофункциональный пакет решений, отвечающих запросам самых различных специалистов любого машиностроительного предприятия.

Проектно-конструкторские организации, не перешедшие на проектирование с применением цифрового моделирования, с каждым днем все более отстают. Лидерство в разработках достигается путем внедрения проверенных на практике и достоверных инновационных методик проектирования. Применение синхронизированной, автоматизированной системы централизованного хранения и управления данными помогает поместить экспериментирование в центр процесса разработки и создавать изделия с более высокими характеристиками. Такой подход дает большую отдачу от инвестиций и поддерживает конкурентоспособность машиностроительного предприятия.

Ларссон Ян — директор по маркетингу NX в Европе, на Ближнем Востоке и в Африке Siemens PLM Software.

Контактный телефон (495) 223-36-46.

[Http:// www.siemens.ru/plm](http://www.siemens.ru/plm)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ САПР T-FLEX CAD

Компания «Топ Системы»

Представлены ключевые возможности САПР T-FLEX CAD, обеспечивающие ее конкурентные преимущества на рынке автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: САПР, параметрическое проектирование, 3D-модели, единое информационное пространство.

В настоящее время разработаны и успешно функционируют в различных отраслях промышленности множество как отечественных, так и зарубежных САПР. При этом функциональность, удобство и скорость решения проектных задач, динамика развития, качество технического сопровождения и другие характеристики отечественных разработок не уступают, а во многих случаях и превосходят зарубежные аналоги. Одной из таких систем является САПР T-FLEX CAD, разработанная российской компанией «Топ Системы».

Компания работает на рынке систем автоматизации проектирования с 1992 г. Сегодня «Топ Системы» предлагает комплекс программ T-FLEX PLM+, который обеспечивает информационную поддержку и сопровождение всего жизненного цикла изделия от заказа на разработку до испытаний и передачи в эксплуатацию. В состав комплекса входят системы автоматизированного проектирования, инженерного анализа, автоматизации технического документооборота, расчетные инженерные программы и программы для создания управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.

Рассмотрим кратко возможности системы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD.

Наиболее перспективным направлением развития всех современных САПР является параметрическое проектирование. Достоинства данного подхода являются:

- многократное использование модели или чертежа с возможностью изменения его параметров;
- высокая степень автоматизации выполнения многих проектных операций;
- ассоциативность моделей, означающая, что любое изменение параметров одной детали приводит к автоматическому перестроению всех связанных с ней элементов: сборочных узлов, рабочих чертежей, УП для станков с ЧПУ и т.д.;
- простота разработки и интеграции в состав комплекса прикладных расчетно-аналитических моделей, значительно расширяющих его функциональные возможности;
- высокая степень безошибочности принимаемых проектных решений.