

Команда *Land Rover BAR* с помощью решений *Siemens PLM Software* разрабатывает гоночный парусник для участия в “Кубке Америки 2017”

©2016 Siemens PLM Software

Решения компании *Siemens PLM Software* обеспечивают проектирование и расчеты сложных конструкций, а также оптимизацию характеристик, поэтому именно с их помощью создается парусник для участия в одной из самых престижных морских гонок.

Проект создания парусника для победы в Кубке Америки успешно продвигается

В середине 2014 года команда *Land Rover BAR* начала рассчитанный на два с половиной года проект по разработке и испытаниям катамарана на подводных крыльях, относящегося к классу парусников ACC (“Кубок Америки”). Правила соревнований запрещают спускать катамараны класса ACC на воду раньше, чем за 150 дней до начала квалификационных стартов Кубка Америки 2017. Из-за этого большая часть работ, касающихся конструирования, расчетов и испытаний, проводится на масштабных моделях.

Команда *Land Rover BAR* (*BAR* означает **Ben Ainslie Racing**) применяет системы *NX* и *Teamcenter*, разработанные компанией *Siemens PLM Software* – поставщиком решений для управления жизненным циклом изделия (*PLM*). Системы *NX* и *Teamcenter* создают интегрированную виртуальную среду для цифрового проектирования и численного моделирования (симуляции). Внедрение систем, обучение и поддержку обеспечивала компания *Majenta PLM*,



“Создание геометрии, её оптимизация с учетом аэроупругости и прочностные расчеты выполняются в *NX*. Мы получаем массив деформированных состояний и выявляем нужные тенденции”.

Саймон Шофилд,
главный конструктор
команды *Land Rover BAR*



имеющая статус платинового партнера *Siemens PLM Software*.

Как показывает история, шансы новичка на победу в Кубке Америки крайне невелики, но команда *Land Rover BAR* решила сломать эту традицию. На кону – шанс вернуть Кубок Америки на его родину, в Британию, впервые с 1851 года, когда состоялась первая гонка. Сэр Бен Эйнсли (**Ben Ainslie**), олимпийский медалист и победитель 34-го Кубка Америки, отмечает, что это очень амбициозная цель: “Перед нами стоит действительно грандиозная задача. Мы создали новую команду с нуля; у нас есть правильная философия и подходящие средства автоматизированного проектирования. Мы успешно догоняем другие команды, хотя сроки крайне жесткие. И это – самое трудное в нашей работе”.



“Мы применяем самые современные средства проектирования для выявления новых возможностей”.

Мартин Уитмарш,
главный исполнительный директор
команды *Land Rover BAR*

Вершина технологий парусного судостроения

Марин Уитмарш (*Martin Whitmarsh*), главный исполнительный директор *Land Rover BAR*, обращает внимание на технические сложности: “Как правило, преимущества в ходовых качествах судна определяются обводами корпуса, снижающими сопротивление, работой киля и руля при создании спрямляющего момента, а также максимальной эффективностью парусов. Эти принципы в полной мере применимы к участникам “Кубка Америки”, но надо учитывать, что в ходе гонки лишь один процент поверхности судна находится в воде. Поэтому вопросы аэродинамики приобретают особое значение – ведь парусники способны идти на скорости, в 2.8 раза превышающей скорость ветра”.

Конструкторы должны спроектировать легкое и эффективное изделие, способное выдерживать колоссальные нагрузки, и при этом иметь заданный запас прочности. Применение связки *NX + Teamcenter* позволило команде *Land Rover BAR* успешно решить важнейшие задачи расчета характеристик швертов (выдвижных килей), оценки аэроупругости килевых “крыльев”, анализа поведения композитных материалов, моделирования гидросистем, а также оптимизации и упрощения процессов разработки.

Сэр Бен Эйнсли, руководитель и капитан команды *Land Rover BAR*, считает, что единственный способ проверить конструкторское решение – ходовые испытания на воде. “Экипаж судна – это канал обратной связи для конструкторов. В ходе испытаний мы непрерывно вносим улучшения и сообщаем о них конструкторам”, – говорит он.

Побеждает быстрее

К началу 2016 года испытания уже шли полным ходом, и одновременно выполнялась разработка катамарана на подводных крыльях класса “Кубок Америки”.



“*NX* находится в центре всего, что мы делаем...”
Энди Клойтон,
технический директор команды *Land Rover BAR*

Задачи

- Проектирование катамарана, способного победить в 35-й гонке на Кубок Америки;
- Обеспечение устойчивости и безопасности судна;
- Спуск на воду должен состояться через 30 месяцев.

Ключи к успеху

- Интегрированные средства проектирования, расчетов и численного моделирования;
- Быстрое создание возможных вариантов геометрии;
- Создание собственных рабочих процессов путем написания сценариев в *NX*;
- Управление всеми техническими данными и документами в *Teamcenter*.

Достигнутые результаты

- Экономия времени благодаря параллельному выполнению нескольких видов расчетов;
- Численное моделирование сложных деталей из композитов исключает их разрушение под нагрузкой;
- Процесс конструирования оптимизирован с учетом применения технологий *3D*-печати;
- Передача конструкторских данных в производство гарантирует высокую точность изготовления;
- Работа в единой среде стала более эффективной;
- Применяемые инструменты способствуют созданию инноваций и непрерывному улучшению конструкции;
- Быстрое реагирование на достижения соперников.

Используемые программные решения

NX – www.siemens.com/nx

Teamcenter – www.siemens.com/teamcenter

Femap – www.siemens.com/plm/femap

Fibersim – www.siemens.com/plm/fibersim

Star-CCM+ – www.cd-adapco.com

Основной вид деятельности клиента

Land Rover BAR (land-rover-bar.americascup.com) – коммерческая спортивная команда, созданная в июне 2014 года. Возглавляет команду сэр Бен Эйнсли – олимпийский чемпион и победитель 34-го Кубка Америки. Цель команды – вернуть престижный Кубок Америки на его родину в Британию (первая гонка прошла в 1851 году у острова Уайт).

Местонахождение клиента

г. Портсмут, Великобритания

Партнер по внедрению

Majenta PLM Limited



“Быстрое построение геометрии в NX крайне важно, потому что все наши вопросы начинаются с геометрии”.

Энди Клойтон,
технический директор
команды *Land Rover BAR*

“Конструкторы прилагают все усилия, чтобы как можно быстрее спустить гоночное судно на воду. По правилам соревнований мы сможем это сделать к концу года”, – рассказывает Энди Клойтон (**Andy Cloughton**), технический директор команды. – “Прежде нам приходилось изготавливать несколько комплектов швертов для различных условий плавания”.

Форма шверта определяет эффективность преобразования поступательного движения в подъемную силу. Команда *Land Rover BAR* в полной мере использует возможности системы NX по созданию сотен вариантов геометрии одним нажатием кнопки.

“При проектировании швертов для нас особенно важна функция быстрого автоматизированного создания геометрии”, – отмечает Саймон Шофилд (**Simon Schofield**), конструктор команды *Land Rover BAR*. – “В кратчайшие сроки мы оцениваем различные формы швертов, проверяем их перемещения и отсутствие столкновений с другими частями судна”.

Аналогичным образом совершенствуется и жесткий парус, служащий движителем. От его конструкции зависит скорость. Согласно правилам соревнований, парус должен весить не менее 450 кг и иметь строго заданную форму на стоянке. Свободные деформации паруса в ряде случаев улучшают его характеристики, но они допустимы только на ходу

судна. С другой стороны, в ряде случаев требуется более жесткий парус. Конструкторам *Land Rover BAR* нужно выявить пределы возможного и найти оптимальное решение. Поэтому они построили очень подробную 3D-модель паруса в NX, а стержневую модель мачты – в *Fibersim*, системе проектирования изделий из композитных материалов (в NX встроен набор инструментов для моделирования ламинатных композитов и процессов укладки слоёв). Обе модели рассчитываются совместно в CAE-модуле вычислительной газогидродинамики, разработанной компанией *Siemens PLM Software*.

Саймон Шофилд поясняет: “Поддержка сценариев в NX позволила нам создать интерфейс для программирования задач вычислительной газогидродинамики и создания процессов анализа аэроупругости исключительно в среде NX. Построение геометрии, её оптимизация с учетом аэроупругости и прочностные расчеты также выполняются в NX. Мы применяем *NX Nastran* для получения массива деформированных состояний и выявления нужных тенденций. При помощи NX мы выясняем, можно ли построить требуемую геометрию при соблюдении всех правил гонок. Единая рабочая среда существенно повышает производительность, так как мы не тратим время на обмен файлами”.

Прогнозирование упругости и реакции на нагрузки

Команда *Land Rover BAR* использует функцию создания сценариев в NX для расчета поведения слоёв композитных материалов и оценки снижения их характеристик под нагрузкой.

Энди Клойтон поясняет: “Наш процесс расчета ламинатных композитов позволяет очень быстро получать ответы. Мы по-прежнему улучшаем его, в полной мере используя широкие возможности написания сценариев в NX, настройки рабочих процессов, снижения трудоемкости и повышения эффективности. В результате мы значительно улучшили обмен информацией с производством. Мы создаем чертежи либо композитной детали, либо развертки слоев ламинированного композита. Изготовитель загружает эти чертежи в автоматический станок и точно вырезает стеклоткань”.

Создание парусника мечты

Совместное применение NX и *Teamcenter* позволило организовать полноценный сквозной процесс разработки – от эскизного проекта до спуска судна на воду.

“Быстрое построение геометрии в NX крайне важно, потому что все наши вопросы начинаются с геометрии”, – отмечает Энди Клойтон. – “В основе всего лежит эффективная CAD-модель. При её наличии мы можем рассчитать массу изделия и другие характеристики, создать фотореалистичные изображения экранов и органов управления для экипажа парусника, а также распечатать на 3D-принтере пластиковые образцы деталей, проверяемые экипажем или береговой командой”.



“Teamcenter объединяет всю нашу работу в единой среде”.

Энди Клойтон,
технический директор
команды Land Rover BAR

Применение встроенных в NX инструментов инженерных расчетов позволило конструкторам оптимизировать металлические детали, изготавливаемые методом аддитивного производства.

Энди Клойтон поясняет: “Мы внимательно изучаем процессы аддитивного производства. Мы не проектируем деталь для изготовления обычной механообработкой, а учитываем возможности 3D-печати. Конструирование начинается с оболочки, на которой размечаются области контакта и крепежные элементы. Но даже при такой оптимизации топологии конечный результат оказывается очень сложным. Однако в NX имеются средства сглаживания геометрии, которые мы применяем для обработки моделей и получения технологичной конструкции”.

В системе NX конструкторско-технологическая информация (PMI) предоставляется непосредственно на 3D-моделях. С её помощью конструкторы передают требования к изготовлению детали на следующий этап разработки. Затем информация переносится с моделей на чертежи, отправляемые тем поставщикам, которые работают только с 2D-представлениями конструкции.

Обеспечение высокого качества процессов разработки

Систему Teamcenter команда Land Rover BAR применяет для управления всеми файлами и технической документацией. Спецификации, результаты расчетов и анализа, свойства материалов хранятся упорядоченно и не теряет ассоциативную связь с соответствующими CAD-моделями. Teamcenter управляет выпуском документации и всеми процессами подготовки производства. Благодаря этому над одной моделью могут работать 15÷20 человек одновременно.

Энди Клойтон отмечает в этой связи: “Мы всё делаем в Teamcenter. Система прекрасно

справляется с такими задачами, как надежное хранение CAD-данных, управление выпуском чертежей и их передача поставщикам.

Teamcenter объединяет всю нашу работу в единой среде. Теперь у нас имеются библиотека деталей и четкие рабочие процедуры, поэтому новые проекты не приходится начинать с нуля. Каждый новый проект парусника основывается на предыдущем. Мы широко применяем команду “Клонировать” для копирования отдельных деталей или подсистем и быстрой оценки новых вариантов. Начав с одной базовой конструкции, мы параллельно разрабатываем два-три варианта, а затем сводим их вместе”.

Меняется не только геометрия деталей. Методы расчета также изменяются в зависимости от конкретных требований на каждом этапе разработки. При помощи Teamcenter команда Land Rover BAR управляет всем потоками технической информации. Это обеспечивает полную прослеживаемость процессов: точно известно, что было выполнено на каждом этапе.

“Мы можем точно выяснить, например, с чего началось проектирование, или почему был получен именно такой результат расчета”, – рассказывает г-н Клойтон.

Teamcenter хранит историю появления каждой детали и узла, а также всех вариантов исполнения судна. Каждая деталь опытного образца парусника 2016 года постройки внесена в единую конструкторскую спецификацию.

“По многим причинам управление составом изделия – очень важный аспект работы”, – поясняет г-н Клойтон. – “Число деталей и узлов в наших судах очень велико. Береговой команде необходимо отслеживать все варианты конструкции. Но самое важное – перед началом каждой гонки мы



“Наш процесс расчета ламинатных композитов позволяет очень быстро получать ответы. Мы по-прежнему улучшаем его, в полной мере используя широкие возможности написания сценариев в NX и настройки рабочих процессов”.

Энди Клойтон,
технический директор
команды Land Rover BAR

обязаны предоставлять конструкторскую документацию на контроль и подтверждать соответствие судна нормативным требованиям к данному классу парусников”.

Скоростное маневрирование

В высокотехнологичной команде *Land Rover BAR* именно инженеры определяют, какие ходовые испытания должны провести экипажи судов. В центре управления имеется прямой канал видеосвязи с бортом судна. Конструкторы наблюдают за ситуацией в реальном времени, а также получают данные с массы бортовых датчиков. После ходовых испытаний проводится совещание с участием экипажа и разработчиков.

“Мы постоянно оптимизируем наши процессы, чтобы избежать дублирования работ и дать возможность инженерам заниматься именно задачами проектирования. В центре всего – система *NX*. В ней мы совершенствуем геометрию деталей и конструкцию систем судна даже на этапе изготовления”, – говорит в заключение Энди Клойтон.

Мартин Уитмарш добавляет: “Мы применяем самые современные средства проектирования для выявления новых возможностей. Нередко выход на новые уровни характеристик судна приводит к дальнейшему усложнению конструкции”.



При проектировании приходится искать компромисс между скоростью и устойчивостью судна. Сэр Бен Эйнсли абсолютно уверен в том, что действительно важно для экипажа: “Существует оптимальное решение, и мы просто чувствуем, когда судно построено так, как надо. Нам еще предстоит немало работы. Если к началу гонки мы выжмем из судна 100% его потенциала – значит, мы приложили недостаточно усилий. Наша цель – 105 процентов”.

◆ Новости компании *Siemens PLM Software* ◆

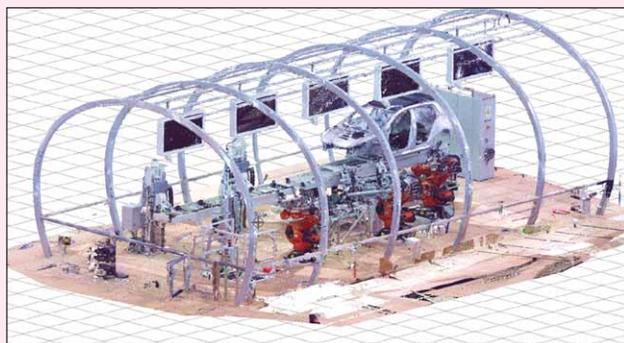
В системе *NX 11* реализована революционная технология проектирования – объединенное моделирование

В новейшей, 11-й версии флагманской системы *NX* компании *Siemens* реализована революционная технология проектирования изделий – **объединенное моделирование** (*Convergent Modelling*). Она воплощает абсолютно новый подход, существенно упрощающий работу с разнообразной геометрией, представляющей собой набор фасетов, точных поверхностей и твердых тел, поскольку отпадает необходимость тратить время на преобразование данных.

Объединенное моделирование – первая технология подобного рода, призванная помочь оптимизировать конструкцию деталей, изготавливаемых методом *3D*-печати, ускорить процессы подготовки производства и расширить применение методов реверсного инжиниринга.

Кроме того, в *NX 11* введены улучшения во всех процессах автоматизированного конструкторско-технологического проектирования и инженерных расчетов (*CAD/CAM/CAE*). Представлено *CAE*-решение нового поколения, основанное на недавно выпущенной системе *Simcenter 3D*. Эффективность *CAM*-модуля повышена за счет поддержки роботизированных станков и гибридного аддитивного производства.

“*Siemens* продолжает инвестировать в разработку основных продуктов. Мы создали инновационную технологию объединенного моделирования, которая, по нашему мнению, перевернет весь мир автоматизированного проектирования”, – заявил в этой



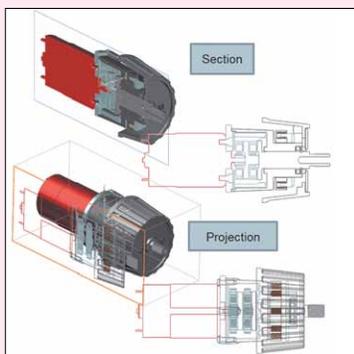
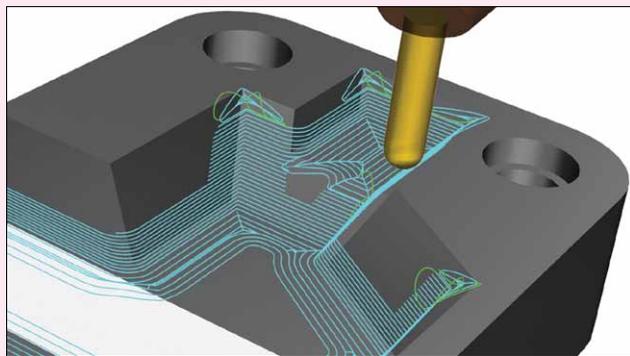
связи Джо Боман (**Joe Bohman**), вице-президент по системам разработки изделий компании *Siemens PLM Software*. – “Мы полагаем, что объединенное моделирование станет критически важным инструментом для работы с фасетной геометрией. Новая уникальная технология должна существенно сократить затраты времени и ресурсов, а также устранить необходимость в доработке сканированных моделей, нередко приводящей к появлению ошибок. Эта технология также устраняет ограничения, связанные с традиционными видами *CAD*-моделирования, при оптимизации геометрии для получения деталей методом *3D*-печати. Система *NX 11* упрощает процессы проектирования, способствует переходу к аддитивному производству и помогает полностью

раскрыть творческий потенциал разработчиков”.

При проектировании изделия необходимо учитывать имеющиеся материалы и доступные технологические процессы. Инновационные технологии, такие как аддитивное производство, открывают совершенно новые возможности по созданию деталей с формами, обеспечивающими наилучшие технические характеристики изделия. Традиционные методики CAD-моделирования ориентируются на традиционные технологические процессы, поэтому они имеют существенные ограничения в плане оптимизации геометрии деталей, изготавливаемых методами аддитивного производства. Объединенное моделирование устраняет эти ограничения. Конструкторы получили возможность быстро создавать новые – оптимальные – формы, ориентируясь на материалы и процессы трехмерной печати.

Кроме того, объединенное моделирование упрощает работу со сканированными 3D-моделями. Сканирование моделей в ходе проектирования изделия находит всё более широкое применение в таких отраслях, как автомобилестроение, производство потребительских товаров и медицинской техники. Так называемый реверсный инжиниринг уже созданных конструкций всегда был дорогостоящим и трудоемким процессом: полученные сканированием фасетные данные приходилось вручную преобразовывать в поверхностные и твердотельные 3D-модели, пригодные для дальнейшего использования. Особенно трудоемким оказывалось преобразование моделей неправильной формы, предназначенных для 3D-печати, проектирования пресс-форм, прочностных расчетов и т.д. На реверсный инжиниринг могут уходить дни и недели. Объединенное моделирование существенно сокращает объемы ручной работы. В NX 11 сканированные фасетные данные можно использовать непосредственно – больше не требуется вручную создавать поверхности, твердые тела и другие элементы геометрии.

Объединенное моделирование позволяет сразу применять отсканированную 3D-модель в проектировании, к примеру, пресс-формы, равно как и включать такую модель в сборку, выполнять расчеты и в целом применять к ней все обычные CAD-команды.



Появившаяся в версии NX 11 функция “3D-печать” обеспечивает распечатку 3D-моделей непосредственно из среды NX, что существенно упрощает процессы аддитивного производства. Таким образом, создан принципиально новый процесс сканирования, редактирования и печати. Он основан на технологии 3D-печати компании Microsoft и поддерживает широко распространенный формат 3MF.

Версия NX 11 получила немало количественных замечательных усовершенствований. Так, все задачи численного моделирования в NX теперь решаются на базе Simcenter 3D. Этот модуль (поставляемый также и как автономное приложение) обеспечивает идеальную интеграцию задач проектирования и расчетных задач, что заметно ускоряет процессы инженерного анализа. Он включает в себя лучшие в своём классе средства редактирования геометрии, ассоциативного численного моделирования и междисциплинарные решения, основанные на богатом производственном опыте. Предлагаются быстрые и точные решатели для прочностных и тепловых расчетов, анализа кинематики и расчетов композитных материалов, а также для решения оптимизационных и мультифизических задач. В версии NX 11 модуль Simcenter 3D появились новые возможности моделирования и расчетов роторной динамики и новые средства оценки внешней и внутренней акустики. Существенно улучшены инструменты анализа повреждений композитных деталей.

Функционал NX 11 для технологической подготовки производства позволяет повысить гибкость и точность обработки, сократить сроки подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и повысить качество готовой продукции. Новые функции программирования промышленных роботов расширяют возможности применения NX CAM для задач точной обработки крупных и сложных деталей на роботизированных комплексах, имеющих шесть и более координатных осей. Роботизированная обработка устраняет необходимость в ручных операциях (например, зачистке и полировке) и обеспечивает стабильно высокое качество деталей. Кроме того, расширенные функции распознавания конструктивных элементов автоматизируют процесс разработки УП для деталей с множеством отверстий. Сроки подготовки производства при этом сокращаются на величину, достигающую 60%.

Появились нововведения и в сфере программирования координатно-измерительных машин (КИМ). Новый высокоскоростной цикл выполняет измерения, перемещая только головку, без смещения рабочей зоны самой машины по координатным осям. Новый метод измерений касанием повышает точность измерений, а продолжительность процесса сокращается до трех раз.

Дополнительная информация представлена на сайте: www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/nx/11/index.shtml