

На Форуме *Ansys 2021* обсудили ключевые тренды и технологии в промышленности

©2021 “КАДФЕМ Си-Ай-Эс”

Главные обновления многодисциплинарной линейки ПО *Ansys* и их роль в решении важных отраслевых задач обсудили эксперты в рамках ежегодного Форума *Ansys 2021*, организованного компанией “КАДФЕМ Си-Ай-Эс”, элитным партнером *Ansys*. В течение двух дней прозвучало более 20 докладов, посвященных основным промышленным трендам и технологиям – от композитных материалов и аддитивного производства до методов создания цифровых двойников, анализа надежности и функциональной безопасности электронных устройств.

Композиты и управление данными о материалах

Сегодня в различных отраслях промышленности, начиная от авиакосмической и заканчивая медицинской, всё большее применение находят композиционные материалы. Одна из ключевых задач, которую они позволяют решить – уменьшить вес готового изделия. Это особенно важно, например, в автомобилестроении, поскольку уменьшение массы автомобиля на 10% позволяет сэкономить 7% топлива и, следовательно, снизить количество выбросов в атмосферу.

Эксперт “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” продемонстрировал решение *Ansys Composites PrePost*, которое применяется для моделирования изделий из композиционных материалов. С его помощью можно создавать сложные конструкции, используя подход “Модель – как на производстве”, а также оценить потенциальные механизмы разрушения, включая развитие повреждений, расслоение и образование трещин.

Среди компаний, которые применяют композиционные материалы – *KTM Technologies*, создающая гоночные автомобили и мотоциклы. Она разработала первый в мире серийный автомобиль с

CADFEM

несущим кузовом, также являющимся внешней обшивкой и состоящим из 300 предварительно вырезанных слоев углеродного композита. Решение *Ansys Composite PrePost* позволило упростить быструю настройку сложных композитных моделей и провести тщательный анализ разрушения. В результате при проектировании конструкции монокока *KTM X-Bow* удалось уменьшить его вес на 20%.

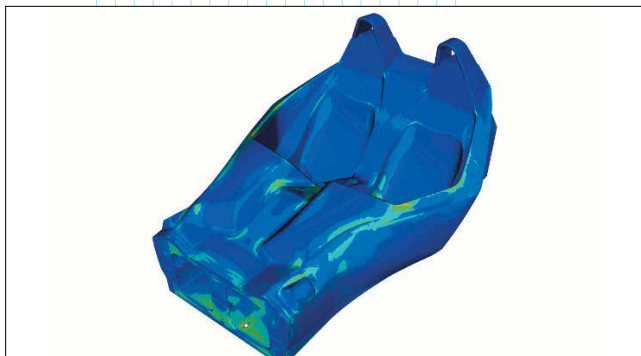
Еще одной важной темой Форума стало управление данными о материалах. Эксперты “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” уверены: корректная работа с материалами является важным этапом цифровой трансформации. Кроме того, это позволяет решить ряд проблем – например, сократить финансовые затраты на повторные испытания, а также правильно выбрать материалы с точки зрения экологии. Для этого *Ansys* предлагает систему *Granta MI*, которая обеспечивает интеграцию с CAE-системами, дает возможность проводить анализ свойств материалов, назначать материалы в среде CAD/PLM и оценивать экологические риски, тем самым повышая качество изделий и снижая затраты времени и стоимость.

На конференции эксперт продемонстрировал улучшенные функциональные возможности *Granta MI* (среди которых новые материалы, атрибуты и свойства, включая цену, ссылки на источники и стандарты и многое другое), а также представил *RUSATOMMATERIAL* – собственную базу данных материалов “КАДФЕМ Си-Ай-Эс”, содержащую информацию об отечественных материалах, применяемых в атомной промышленности; эта база ориентирована на систему *Ansys GRANTA MI Enterprise*. Такой подход позволит обеспечить единую прослеживаемую среду обмена данными о материалах, а также избежать ошибок ввода данных и усилить контроль за применяемыми материалами.

Сегодня систему *Granta MI* уже внедрили такие компании, как *Honeywell*, *GE Aviation*, *Jaguar*, *Philips*, *Samsung* и многие другие. Кроме того, она применяется при производстве авиационных двигателей *Rolls-Royce*. Благодаря этому, специалисты смогли повысить эффективность использования материалов и избежать повторных испытаний, а также обеспечить повторное применение данных. В результате это дало экономию порядка 704 млн. рублей в год.

Демократизация расчетов и управление инженерными данными

В рамках Форума эксперты также обсудили возможность демократизации расчетов, позволяющие организовать централизованное управление рабочими процессами. В результате время, которое инженер тратит на них, может сократиться вплоть до



Анализ разрушения
в *Ansys Composite PrePost*



Возможности решения Ansys OptiSlang

45%. Кроме того, это дает возможность уменьшить продолжительность разработки и стоимость изделий. Решением, позволяющим достичь этих результатов, является **Ansys OptiSlang**. Оно обеспечивает интеграцию, построение и автоматизацию рабочих процессов, а также может использоваться для вариационного анализа и робастной оптимизации.

Такой подход применяет международная компания *AcmeCorp*, ключевым продуктом которой является дрон-квадрокоптер. Изначально он проектировался вручную с помощью различных инструментов, однако компании было необходимо ускорить совершенствование продукта и сократить сроки выхода на рынок. В результате демократизации расчетов удалось улучшить командную работу, а также автоматизировать типовые процессы моделирования.

Ansys optiSlang интегрируется с *Ansys Minerva* – платформой на базе *PLM*-решения *Aras Innovator*, предназначенной для организации взаимодействия на предприятии. *Ansys Minerva* позволяет развернуть ИТ-инфраструктуру в масштабах предприятия, предоставляет систему управления бизнес-процессами и данными, а также обеспечивает возможность управления высокопроизводительными вычислениями и связь с *PLM*-системами. В частности, *Ansys Minerva* поддерживает “цифровую нить” (*Digital Thread*), что позволяет связать данные конструирования, численного моделирования, натурных испытаний, анализа производственных процессов и программного кода в системных моделях, а также результаты телеметрии реального процесса эксплуатации для выявления причин отказов.

Проектирование и подготовка производства изделий

Отдельное внимание на Форуме было уделено проектированию изделий. Эксперты представили новые возможности программного обеспечения *Ansys* для всего цикла аддитивного производства – от создания начальной конструкции и

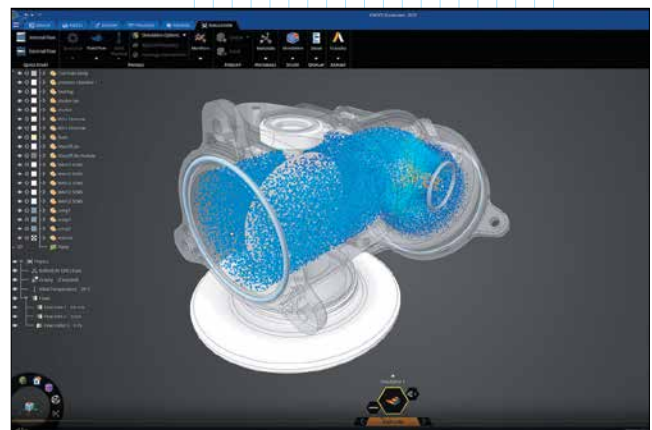
топологической оптимизации до моделирования процесса печати и анализа микроструктуры. Такой подход позволяет учесть все аспекты и сложности, возникающие при аддитивном производстве, а также исключить метод проб и ошибок.

Например, **Ansys Spaceclaim** дает возможность моделировать геометрию сложных деталей, а также подготовить изделие к печати. А с помощью **Ansys Discovery** можно выполнить топологическую оптимизацию в режиме реального времени всего за несколько минут. Этот метод позволяет определить оптимальное распределение материала в изделии, а также улучшить его характеристики, уменьшить вес

и расход материалов при аддитивном производстве.

Эксперт “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” продемонстрировал возможности *Ansys Discovery* на примере проекта оптимизации вилки механизма переключения передач, состоящей из алюминиевого сплава и изготовленной методом литья. После расчетов на режимы нагружения и получения напряженно-деформированного состояния изделия, в *Ansys Discovery* были заданы необходимые условия. В результате массу изделия удалось уменьшить на 84%, не выходя за пределы прочности; время расчета составило порядка трех минут. В целом, применение моделирования в среде *Ansys Discovery* при 3D-проектировании изделий позволяет уменьшить время разработки в 9 раз и повысить производительность на 10–20% за счет снижения затрат на обслуживание.

Кроме того, для моделирования и оптимизации технологических процессов в различных отраслях промышленности всё большую популярность приобретает инструмент **Ansys LS-DYNA**, который используется в таких компаниях, как *Ford*, *GM*, *Toyota*, *Honda*, *BMW*. Он поддерживает стратегию



Процесс проектирования в Ansys Discovery

“Один код для решения сложных задач” и обеспечивает проведение тепловых и прочностных расчетов, анализ гидрогазодинамики и электромагнитных полей, а также дает возможность работать с композитными материалами, сыпучими средами и химическими реакциями. Так, *Ansys LS-DYNA* позволяет моделировать следующие процессы:

- работу с листовым металлом;
- формоизменение объемных изделий;
- сварку, лазерную резку, наплавку и аддитивные технологии;
- соединительные и разделительные операции (например, прошивка и установка заклепок).

Беспилотный транспорт и разработка оптики

Сегодня транспортная отрасль развивается по четырем глобальным направлениям:

- автономный транспорт (*ADAS* и автономные технологии);
- электрификация (гибридный и электрический транспорт);
- интеллектуальное подключение (управление электроникой и ПО);
- аддитивное производство.

Ключевыми задачами при разработке беспилотного наземного и воздушного транспорта являются повышение безопасности, правильная разработка датчиков, а также обеспечение надежности электроники и кибербезопасности.

Эксперт “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” продемонстрировал ряд решений *Ansys* для комплексной работы над созданием беспилотного транспорта. Помимо встраиваемого ПО *Ansys SCADE*, охватывающего спектр задач – от оценки соответствия проекта требованиям безопасности до проектирования человеко-машинного интерфейса (*HMI*), – существует линейка *Ansys VRXPERIENCE*. Так, *VRXPERIENCE Driving Simulator powered by SCANeR* представляет собой комплексную масштабируемую платформу для виртуальных испытаний, включающую в себя различные возможности: от управления виртуальным транспортом до анализа результатов виртуальных тестов. Эту платформу уже активно используют, в том числе и в России – например, в МАДИ при разработке виртуального полигона для тестирования сценариев поведения беспилотных автомобилей.

Для разработки автомобильной светотехники служит решение *Ansys SPEOS*, позволяющее решать ряд задач: от упрощения проектирования и валидации оптических систем до создания продвинутых моделей человеческого зрения и возможности работы с необработанным сигналом. Кроме того, с его помощью можно моделировать лидары, создавая паттерны сканирования и вращения, анализировать принятый сигнал и тестировать визуальную эргономику (например, в *HMI*). В новой версии *Ansys 2021 R1* появились инструменты для моделирования человеческого зрения: например, *Human Eye* регулирует диаметр зрачка,



Ansys SPEOS

позволяет учитывать особенности поля зрения человека и просматривать результаты в специальном приложении для обработки результатов – *Human Virtual Lab*. Другой инструмент – *VR Immersive* – создает скайбокс с центром в точке наблюдения и позволяет просматривать результаты с помощью *Virtual Reality Lab* в формате 360°, обеспечивая еще более точные данные об эргономике.

Электрификация наземного транспорта и безопасность электроники

За последнее время на рынке появился большой выбор тяговых электродвигателей. При этом эксперты “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” утверждают: численное моделирование оказывает огромное влияние на создание электроники, позволяя значительно (на 75%) сократить затраты времени на разработку, а также материальные затраты, на 20% уменьшив количество прототипов. Важным аспектом при работе с электроникой является обеспечение её надежности и промышленной безопасности. Компания *Ansys* предлагает решение *Ansys Sherlock* для анализа конструкции устройства, которое интегрируется с *Ansys Workbench*, что позволяет упростить и ускорить моделирование механических и тепловых характеристик, а также надежности электронных систем. В новой версии, среди прочих обновлений, стал доступен интерфейс прикладного программирования (*API*). Это позволяет автоматизировать рабочие процессы и стандартизировать методы, изучать влияние вариантов конструкции и событий на прогнозирование вероятности отказа, а также другие показатели.

В число компаний, применяющих сегодня *Ansys Sherlock*, входит *Danfoss Drives A/S*, которой требовалось сократить сроки вывода на рынок своего привода переменного тока. Функциональность *Ansys Sherlock* была задействована для автоматического анализа и прогнозирования усталости припаянной модели печатной платы; далее сборочная модель печатной платы импортировалась в среду *Ansys Mechanical* с целью выполнения расчета для устройства в целом. Использование *Ansys Sherlock* позволило за более короткие сроки

увеличить количество расчетов и виртуальных испытаний, повысить общую надежность устройства и ускорить выход нового привода на рынок.

Для анализа функциональной безопасности предназначено решение *Ansys medini analyze*, охватывающее целый ряд задач – от обеспечения безопасности и надежности системы до снижения затрат на разработку и поддержку встраиваемого ПО. *Ansys medini analyze* позволяет сократить затраты

и сроки работ по обеспечению соответствия стандартам в области надежности и безопасности до 50%, а также целостности информации. Кроме того, с его помощью можно проводить анализ слабых мест системы (*System Weakness Analysis, SWA*), оценивая риски и анализируя компоненты изделия на ограничения и соответствующие активизирующие факторы. Решение востребовано среди автопроизводителей: к примеру, концерн *Daimler* с его помощью разрабатывает концепции функциональной безопасности, *Audi* использует при проектировании двигателей, а в *ZF TRW* его применяют на всех этапах – от проверки концепции до разработки аппаратного и программного обеспечения.

Цифровые двойники в промышленности

По прогнозам, к 2025 году число производственных активов, оснащенных системами мониторинга технического состояния, достигнет 1.65 млрд. К таким системам, в частности, относятся цифровые двойники.

Эксперты “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” в рамках Форума представили несколько наиболее востребованных вариантов применения этой технологии. Например, цифровой двойник теплообменного аппарата позволяет прогнозировать отложения, что необходимо для планирования технического обслуживания, предупреждать о нарушении режимов работы на основе контроля изменения тепловой эффективности оборудования и определять причины её изменения. Эти возможности могут оказать существенное влияние на экономические аспекты – по оценкам, в западных странах потери из-за загрязнения теплообменных поверхностей могут составлять 0.25% ВВП.

В качестве других примеров оборудования, для которого востребовано создание цифровых двойников, эксперт привел котлоагрегаты, электростанции, воздушные компрессоры, системы подачи сжатого воздуха, трубопроводы и пульпопроводы, участки измельчения и электродвигатели. Цифровые двойники также могут применяться для планирования и контроля работы поточно-транспортных систем, позволяя устранять причины их сбоев и улучшить логистику при транспортировке материалов.



Деформация привода, рассчитанная с помощью *Ansys Mechanical*

Главным инструментом *Ansys* для создания цифровых двойников реальных физических объектов является *Ansys Twin Builder*. С его помощью информация от установленных на оборудование датчиков передается в математическую модель для оценки влияния реальных условий эксплуатации на изменение параметров оборудования. Это обеспечивает глубокое понимание предыдущих условий и режимов работы оборудования и возможность точной оценки его технического состояния в настоящем и будущем.

Эксперт “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” подробно описал три этапа создания цифрового двойника средствами *Ansys Twin Builder*:

- 1 Системное моделирование или создание точного цифрового двойника, учитывающего физику процессов;
- 2 Валидация и оптимизация системы;
- 3 Создание цифрового двойника с *IIoT*-платформами и подключение к работающему оборудованию.

Сегодня решение *Ansys Twin Builder* применяется в *Volkswagen Motorsport* для разработки цифрового двойника тяговой аккумуляторной батареи электромобиля. Другой пример – компания *Phoenix Contact*, которая была заинтересована в предотвращении отказов реле. Созданный специалистами компании цифровой двойник на основе математической модели определял износ в зависимости от реальных условий и режимов работы. В результате компания стала использовать усовершенствованные реле, работа которых контролируется цифровым двойником, что позволяет экономить десятки тысяч долларов в час за счет исключения внеплановых простоев оборудования.

Другие направления

Помимо этого, в рамках Форума эксперты обсудили особенности проектирования электрических машин и аккумуляторных батарей с помощью *Ansys Motor-CAD*, возможности ПО *Ansys* для *AV/ADAS* и сетей *5G*, продвинутые методы расчета течений в турбомашине, а также новые возможности программных продуктов *Particleworks*, *Rocky DEM* и *Flownex SE*.

Были затронуты и темы, касающиеся новаций в вычислительной гидродинамике. Эксперты продемонстрировали современные подходы к моделированию многофазных течений, включая усовершенствованную версию модели *GENTOP* в *Ansys Fluent*, и улучшения в области моделирования многофазности явным *VOF*-методом. Обсуждались и новейшие возможности сеточных генераторов в решениях *Ansys (Mosaic и OverSet)* и функционал *Ansys LS-DYNA* для моделирования быстропротекающих процессов в авиакосмической отрасли. 🗨

(Статья печатается в оригинальной редакции.)