

Как компьютерное моделирование и инженерный анализ может спасти планету

Современные производственные процессы в таких сложных отраслях, как аэрокосмическая и автомобильная, энергетическая, нефтегазовая, электроника и судостроение, неизбежно сопровождаются загрязняющими окружающую среду выбросами, а также интенсивно расходуют невозобновляемые энергетические и водные ресурсы. Истощение природных ресурсов наряду с быстро растущим населением планеты, вымиранием биологических видов, деградацией экосистем и глобальным потеплением поставили человечество на грань экологической катастрофы и представляют реальную угрозу самому существованию жизни на планете Земля. Доказано, что применение инженерных расчетов (CAE) уменьшает отходы уже на стадии проектирования, сокращая количество физических прототипов, сразу предоставляя персонализированные решения и помогая переходить к возобновляемым источникам энергии. В результате при разработке продукции обеспечивается возможность вторичной переработки для максимальной рентабельности инвестиций, а затем полная вторичная переработка на всем жизненном цикле, что получило название «экономики замкнутого цикла». Инженерные расчеты являются одновременно источником данных моделирования и связующим звеном с цифровым потоком данных, необходимым для снижения производственных затрат, повышения продуктивности и создания качественных продуктов, с самого начала разрабатываемых с учетом всех экологических проблем.

Проектирование и инженерные расчеты для экологической устойчивости

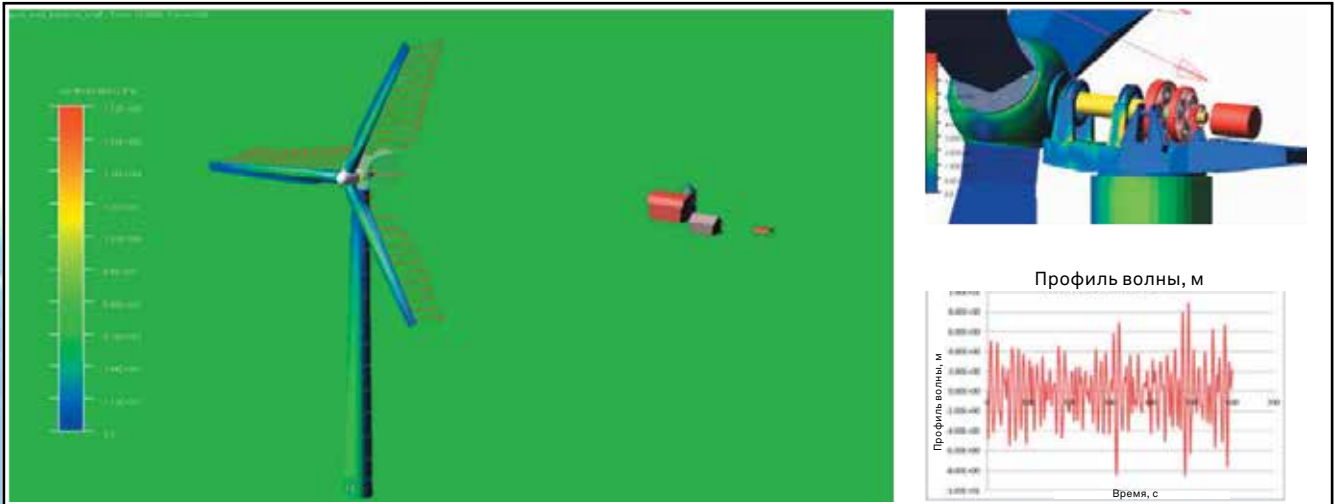
С момента своего появления более 50 лет назад автоматизированные инженерные расчеты в силу своей предсказательной природы были передним краем разработки более эффективной и высококачественной продукции. Кроме того, они указали путь развития новых экологических технологий для получения энергии из возобновляемых чистых источников и переработ-

ки отходов, и такие компании, как MSC Software (часть Hexagon AB с 2017 года), встали на этот путь первыми. Жизнь предоставляет все новые и новые примеры того, как применение CAE в процессах НИОКР позволяет конструировать все более совершенные и эффективные изделия с меньшей (а иногда нулевой) потребностью в создании прототипов в процессе производства. Иными словами, инженерные расчеты помогают «с первого раза» проектировать изделия, соответствующие своему целевому назначению, во всех отраслях промышленности. Это означает сокращение материальных отходов, снижение потребления энергии и затрат на утилизацию. С помощью CAE можно конструктивно исключить нежелательные характеристики продукта и избежать негативного влияния его на окружающую среду на самой ранней стадии проектирования, когда отдача от вложений максимальна. При этом методы CAE позволяют моделировать еще непроверенные производственные процессы, а также конструкции и изделия, то есть очень экономично и безопасно проверять сценарии «что если» без вреда для людей и внешней среды. Текущее столетие откроет возможности для новых, экологически чистых и устойчивых высокотехнологичных продуктов и компаний, вся продукция которых разрабатывается и конструируется в программном обеспечении PLM (управление жизненным циклом) на основе имитационного моделирования инженерных расчетов.

Сегодня проектированием и разработкой с помощью CAE занимаются все ведущие инфраструктурные отрасли – энергетика, транспорт, водное хозяйство, пищевая промышленность, здравоохранение и др. Инженерные расчеты существенно повышают эффективность, производительность и качество продукции благодаря точному учету гидродинамических, теплообменных, электромагнитных и прочих процессов.

Производство, распределение, накопление и экологичность энергии

Производство и накопление электроэнергии, ее передача и использование имеют важное значе-



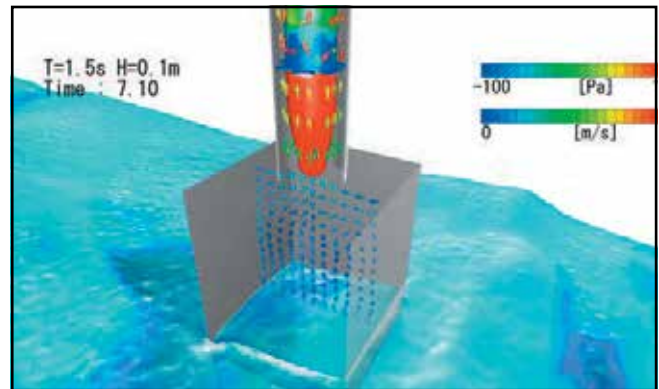
Adams: решения моделирования для ветроэнергетики

ние для качества жизни в развитых и развивающихся странах. Некоторые страны субсидируют компании, работающие на ископаемом топливе, и даже отдают предпочтение источникам энергии с высокими выбросами углерода перед возобновляемыми источниками энергии, поскольку первые дешевле и позволяют увеличивать национальный ВВП. В обсуждениях вопросов экологии все чаще употребляется понятие “углеродная нейтральность”. Углеродная нейтральность означает сокращение выбросов CO_2 от источника либо с помощью методов улавливания углерода, таких как связывание газообразного CO_2 в скальных емкостях под землей или выращивания деревьев для поглощения углерода, либо за счет использования возобновляемых источников, что обеспечивает солнечная/ветровая/волновая энергетика. Интересно, что цена энергии от возобновляемых источников, в особенности ветровой и солнечной, в последнее время резко падает и приближается к цене энергии от ископаемого топлива.

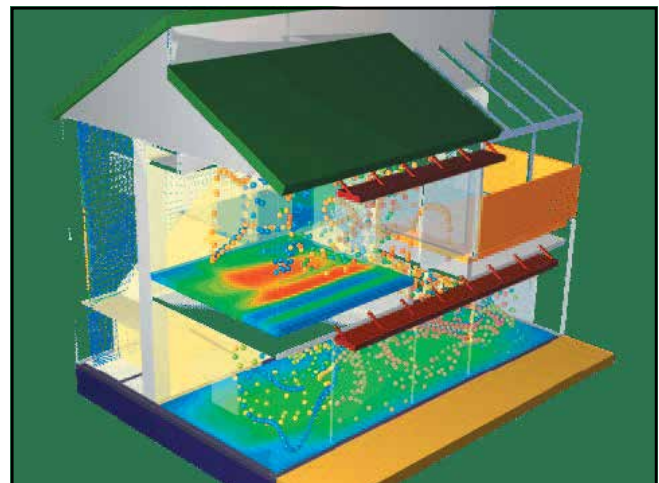
При производстве атомной энергии выбросы углерода практически отсутствуют, но “зеленые” политики относятся к ее использованию резко отрицательно из-за долгосрочных последствий аварий с выбросами радиоактивных изотопов, таких как в Три-Майл-Айленд, Фукусиме и Чернобыле, которые имеют негативные эффекты, длящиеся сотни лет. Альтернативой мог бы явиться теоретически возможный и считающийся “чистым” ядерный синтез, но его обещают уже 30 лет, а жизнеспособного подхода так и не появилось. Возможно, он все-таки придет на помощь человечеству в этом веке.

Если взглянуть на применение CAE в секторе электроэнергетики и возобновляемых источников энергии за последние двадцать лет, мы увидим, что инженерно-конструкторское моделирование находится в авангарде новых технологий благодаря экономичности и точности прогнозирования. В частности, продукты MSC Software помогают разрабатывать радикально новые и инновационные процессы производства энергии, а также модернизировать традиционные электростанции и ядерные реакторы.

CAE-расчеты используются для моделирования технологий утилизации возобновляемых источников

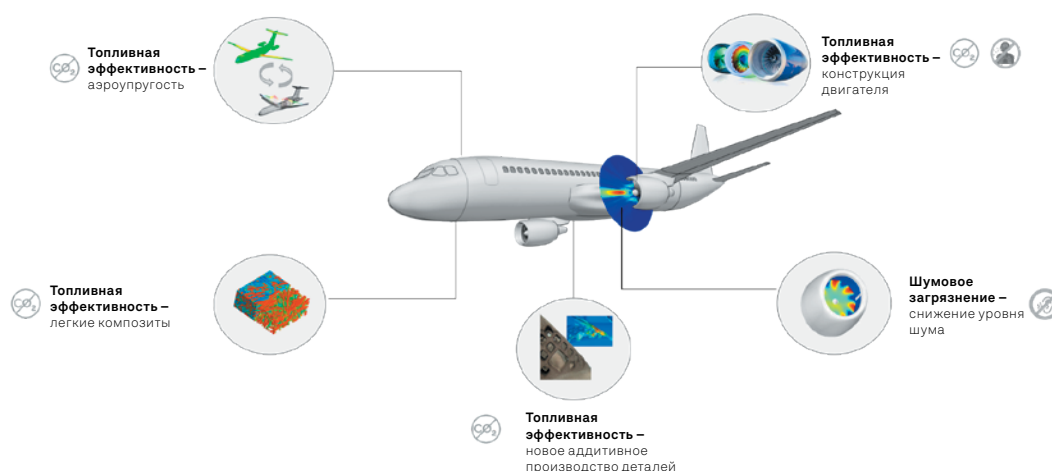


Моделирование волн в генераторах морских волновых электростанций в ПО вычислительной гидрогазодинамики scFLOW для турбины Уэллса



Продукты MSC Software помогают разрабатывать радикально новые передовые процессы производства энергии

энергии, таких как ветряные и волновые турбины, с их помощью была разработана конструкция безотходных солнечных панелей с оптимальными структурными, акустическими, жидкостными, производственными и эксплуатационными характеристиками. CAE-моделирование способствует также повышению бережливости процессов генерирования электроэнергии и уменьшению углеродного следа благодаря правильному концептуальному проектированию.



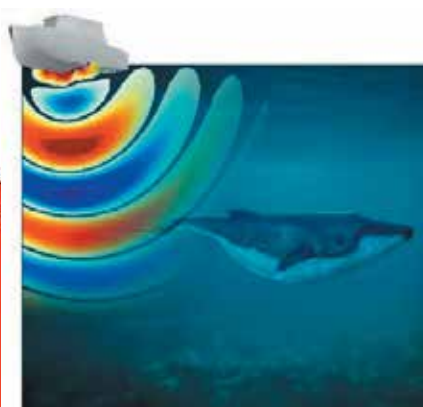
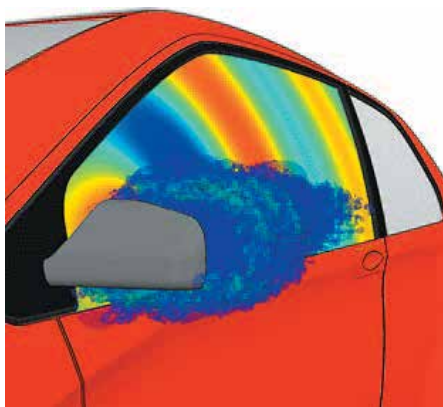
Транспорт и экологическая устойчивость

На пути к экологической устойчивости нового поколения в проектировании самолетов

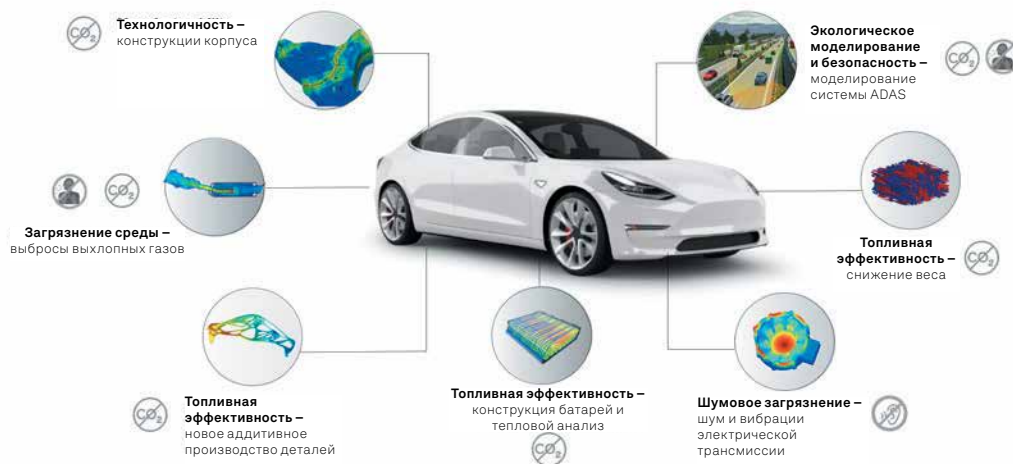
Самые технологически совершенные пассажирские самолеты Airbus A350-1000 и Boeing 787 Dreamliner были тщательно разработаны с помощью инженерных расчетов. С точки зрения экологии они также безопаснее своих предшественников. Крылья A350 во время полета структурно деформируются, в особенности на высоте, где самолет с помощью закрылков корректирует положение центра тяжести по мере расходования топлива в зависимости от веса. При этом оптимизируется аэродинамическое сопротивление и значительно снижается расход топлива по сравнению с обычными самолетами. Самые мощные двигатели из когда-либо созданных Airbus создают максимальную тягу в 97 000 фунтов (более четверти тяги шаттла NASA)! В результате дальность полета достигает 8000 миль, что позволяет без пересадок добраться из Лондона в Австралию. Кроме того, оптимальные характеристики турбин и другие усовершенствования, концептуально реализованные с помощью CAE-моделирования, означают, что A350-1000 потребляет топлива на 25% меньше, чем любой другой

коммерческий самолет. Это значительно снизит выбросы углекислого газа и общий углеродный след от воздушных перелетов. Благодаря применению инженерных расчетов удалось также добиться снижения шума двигателя на 40% по сравнению с другими авиадвигателями этого класса, что уменьшает акустическое загрязнение. Планеры самолетов Boeing и Airbus производятся не из алюминия. Его заменяют новые титановые композитные материалы, которые прочнее и легче. Дополнительным преимуществом является повышенная влажность воздуха в салоне, в результате чего пассажиры дышат воздухом с плотностью и влажностью, типичными для высоты 2000 м, а не 12 000 м, при несравнимо меньшей степени статической электризации волос и раздражения кожи.

Авиадвигатели стали на 50% эффективнее, чем 30 лет назад. По прогнозам, коммерческие авиалинии в этом году израсходуют около 97 млрд галлонов авиакеросина, что является рекордом. Лучшим вариантом в настоящее время является биотопливо, способное снизить углеродный след на 50-80% по сравнению с ископаемым топливом. Один из способов борьбы с этой проблемой – полный отказ от топлива или, возможно, его объединение с гибридными электродвигателями. Однако это не вариант для магистральных лайнеров, хотя для малой авиации с полетами на расстояния до 1000 миль электрификация – действительно хорошая возможность обеспечить полеты с нулевым выбросом углерода.



Моделирование аэроакустики в самолете, шума зеркала заднего вида в автомобиле и гидроакустики корпуса корабля



Стоит отметить, что средствами инженерных расчетов сегодня разрабатываются и готовятся к летным испытаниям электрические (и гибридные) авиадвигатели вместе с самолетами с солнечными батареями на крыльях, что приведет к снижению вредных выбросов. Все шире распространяется аддитивное производство специальных деталей, особенно в оборонном секторе. С целью снижения веса самолетов многие внутренние части можно печатать на 3D-принтере, и мы все чаще будем видеть аддитивное производство как важных, так и некритических деталей из экологически чистых материалов и даже из натуральных волокон.

Актуальной проблемой становится сегодня и акустическое загрязнение. Программа Actran компании Hexagon MSC уже много лет используется для моделирования экзотических материалов, таких как композиты и другие новые материалы, и их акустического воздействия на внешнюю среду. CAE-моделирование можно использовать для оценки шума авиационного, автомобильного, железнодорожного и водного транспорта, а также при разработке экологических норм в строительной отрасли для снижения уровня шума. Методы моделирования МКЭ (метод конечных элементов) используются при анализе механических конструкций на шум и вибрации в целях обеспечения комфорта пассажиров при генеративном конструировании экологически чистых и легких конструкций. Они также применяются для оптимизации производственных процессов с целью сокращения отходов и воздействия на окружающую среду, а также продления срока службы изделий за счет моделирования долговечности и общей стоимости владения.

Экологически безопасные автомобили

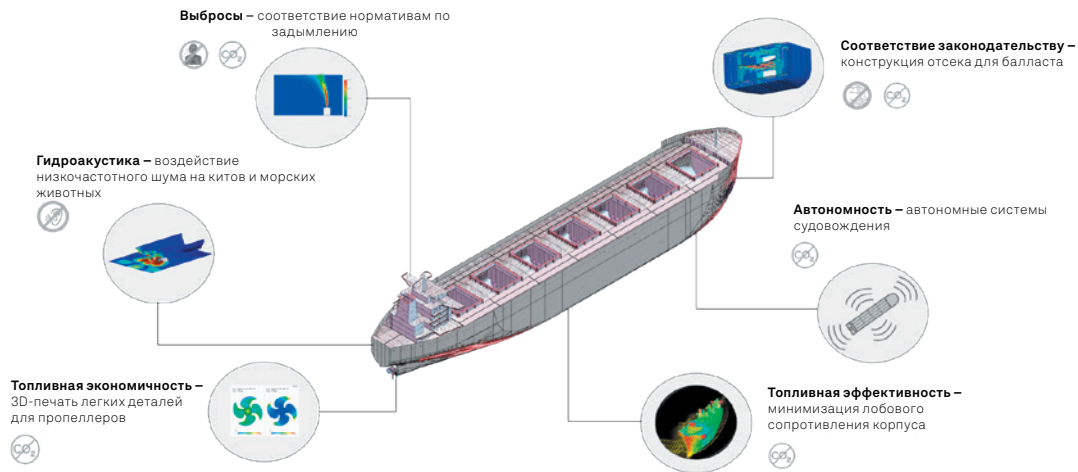
Из-за ужесточения требований к вредным выбросам и растущего спроса на автономные средства передвижения промышленность переживает беспрецедентные изменения. В Евросоюзе в 2020 году были введены новые нормы на CO_2 , устанавливающие для всех новых легковых автомобилей предельное значение выбросов в 95 г $\text{CO}_2/\text{км}$, что на 27% ниже, чем ранее. Соблюдение этого стандарта подкрепляется штрафом за сверхнорма-

тивные выбросы для производителей в размере 95 евро за каждый грамм на километр избыточных выбросов на автомобиль. В Дании правительство вводит тотальный запрет автомобилей с двигателями внутреннего сгорания с 2030 года. Крупные города, такие как Лондон, уже запретили движение всех автомобилей с дизельными двигателями в центре города, чтобы минимизировать выбросы опасных твердых частиц. Норвегия начнет постепенное изъятие обычных автомобилей из эксплуатации в 2025 году, за ней, в 2040 и 2050 годах соответственно, последуют Франция и Великобритания. Индия заявила, что к 2030 году будут запрещены новые бензиновые и дизельные автомобили (если позволит экономика).

Для достижения целей по снижению выбросов всем производителям во всем мире потребуется перейти на электрические двигатели. По прогнозам, электромобили составят 54% всех продаж новых автомобилей в 2040 году. Наступление эпохи электрических двигателей в автомобилях устранил многие сложности в производстве и благотворно скажется на экологии. При этом было подсчитано, что примерно 20% мирового производства электроэнергии идет на работу двигателей того или иного вида. А с электрификацией автомобилей и наземного транспорта эта цифра существенно возрастет. Следовательно, еще более важное значение приобретут тепловые эффекты как в конструкции двигателя, так и в управляющей электронике.

Типичный двигатель внутреннего сгорания в автомобиле состоит из 1400 деталей, тогда как электрический силовой агрегат — всего из 200, что принципиально упрощает его производство. Сегодня при производстве серийных автомобилей для наших дорог используются всевозможные технологии облегчения веса. Композитные материалы, некогда бывшие прерогативой гоночных автомобилей Формулы 1, теперь становятся все более непременным атрибутом седанов.

Однако стоит отметить, что электромобили не являются панацеей от экологических проблем, связанных с транспортом. Во многом они просто перемещают источник загрязнения из выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания в трубы электростанций!



Экологически безопасный морской транспорт

Мало кому известно, что около 90% товаров в мире перевозится судами-контейнеровозами, а выбросы CO₂ в атмосферу, связанные с международным судоходством, сегодня составляют 2% от общего объема выбросов парниковых газов. В настоящее время ведется работа по уменьшению углеродного следа от всех судов на 30% путем повышения их энергетической (топливной) эффективности через усовершенствование конструкций судовых корпусов и гребных винтов, биологически более безопасных двигателей и снижение подводных шумов для сохранения морских млекопитающих.

Все дело в использовании данных

Использование данных, генерируемых во время производственных операций, является ключом к достижению беспрецедентного уровня производительности, но необходимо помнить, что не все данные равны. Аналитики прогнозируют, что к 2025 году в мире будет создаваться 163 зеттабайта данных в год. При этом ожидается, что сохраняться будет менее одного процента этих данных. Частично это будет связано с ограничениями в инфраструктурах хранения, но основная причина в том, что все эти данные нам попросту не нужны.

Четвертая промышленная революция заставляет производителей более эффективно использовать полезную информацию. Ниже приведены три способа использования данных для сокращения производственного цикла, улучшения продукции и обеспечения экологической устойчивости.

1. Объединение данных на всем протяжении жизненного цикла продукции

Главный враг высокой производительности в компаниях – изолированность отделов. Во многих производственных организациях коммуникация между отделами проектирования и конструирования, производства и контроля качества не столь эффективна, как могла бы и должна бы быть. Производимые разными подразделениями данные оказываются в разных хранилищах, что приводит к упущению возможностей повысить эффективность процессов, улучшить продукцию и снизить расходование ресурсов. Для начала неплохо консолидировать инфраструктуры данных или, по крайней мере, интегрировать используемые системы управления. Более продвинутые организации используют для этих целей облачную обработку данных. Это не только формирует инфраструктуру, способную обрабатывать Большие данные, но также обеспечивает прозрачность и доступность, гарантирующие получение необходимых данных

всеми заинтересованными сторонами. Объединение систем с помощью Интернета вещей дает возможность анализировать деятельность разных отделов в реальном времени, обеспечивая лучшее взаимодействие и быстрое принятие оперативных решений. Анализ Больших данных позволяет быстро выявлять закономерности, вкладывать средства в перспективные возможности и оперативно определять критически важные области для улучшения.

С помощью промышленного Интернета вещей машины не только обмениваются данными, но могут в реальном

Преимущества умной фабрики

<p style="font-size: small; color: white;">Непрерывный анализ данных о машинах для повышения доступности и производительности</p> <p style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">Эффективность активов</p>	<p style="font-size: small; color: white;">Непрерывный анализ качества для выявления тенденций, причин и действий по исправлению</p> <p style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">Качество</p>	<p style="font-size: small; color: white;">Расширение оптимизации и автономности сокращает расход ресурсов, отходы и время задержек</p> <p style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">Снижение затрат</p>	<p style="font-size: small; color: white;">Рациональные операции сокращают углеродный след. Датчики и умные средства управления обеспечивают безопасность рабочих</p> <p style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; font-weight: bold;">Безопасность и экологичность</p>

HEXAGON

времени сообщать важную информацию пользователям – например, о необходимости в обслуживании или о выходе параметров за пределы допустимых значений. Благодаря машинному обучению системы могут саморегулироваться без вмешательства оператора. Целостная картина жизненного цикла продукции позволяет обнаруживать узкие места в процессах и неэффективное взаимодействие различных процессов, а расширение связей повышает детальность моделирования. Создаете ли вы Цифровые двойники или моделируете сквозной процесс, это может обеспечить выход на качественно новые уровни анализа для прогнозирования результатов и повышения эффективности.

2. Накопление данных для послепродажного обслуживания

До появления технологий Четвертой промышленной революции производителям было очень сложно отслеживать продукцию после ее продажи. Послепродажное обслуживание в значительной степени зависело от отзывов покупателей о состоянии и качестве товаров. Теперь производители могут сами оснащать продукцию датчиками Интернета вещей для получения информации, которая расширит возможности технической поддержки. Это может быть просто удаленный мониторинг машины на предмет необходимости обслуживания или обновления, либо, в более развитой форме, с задействованием машинного обучения, системы смогут сами определять, когда им требуется ремонт. Такие способы использования данных несомненно помогают производителям развивать свои службы поддержки и повышать лояльность клиентов.

3. Повышение прозрачности данных в цепочке поставок

Для крупных производителей и сборщиков оборудования, чей бизнес связан с поставками комплектующих со всего мира, неопределенность в управлении цепочкой поставок может стать серьезной проблемой. Контроль за внутренними документами и взаимодействием с основными поставщиками может дать хорошее представление о болевых точках, но лишь глубокое изучение всей совокупности данных позволит устанавливать связи в цепочке поставок, проследить любые проблемы взаимодействия и фокусироваться на том, что наиболее существенно влияет на чистую прибыль. Объединение Интернета вещей и Больших данных делает возможным автоматический сквозной мониторинг продукции от момента ее создания до доставки и устраняет типичные слепые зоны логистики во время поставок. Вместо отчетов с ключевых контрольных пунктов во время доставки возможен обмен данными в реальном времени, помогающий производителям управлять запасами и отслеживать их местоположение, позволяя быстро принимать меры для предотвращения возможных задержек. Сложная сенсорная технология также может давать представление о состоянии самих товаров. Это уровень связности данных, превосходящий типичные существующие инфраструктуры, с тысячами точек контакта в цепочке поставок для крупных организаций. Практическая реализация преиму-

ществ доступной здесь информации потребует серьезной интеграции и строгого управления, но достижения этих уровней эффективности и сокращения отходов изменит ситуацию радикально.

Сегодня инженерные расчеты генерируют при имитационном моделировании петабайты данных, которых по мере более широкого их распространения будет генерироваться еще больше. Самая крупная технологическая проблема, с которой сегодня сталкивается современный бизнес и производство, – это использование накопленных данных, поскольку их объем превосходит наши возможности по их обработке. В настоящее время к Интернету подключено около 25 миллиардов устройств, а к 2025 году ожидается увеличение этого числа более чем вдвое. Это означает, что разрыв между созданием данных и их использованием будет неуклонно расти. Именно преодолением этого разрыва успешно занимается Hexagon.

Экологически безопасное цифровое производство

Еще одним примером позитивной роли цифровых технологий в обеспечении экологически безопасного производства может служить применение программного обеспечения CAE для моделирования упаковки различной формы, чтобы увидеть, как она выдерживает различные условия, такие как жара, влажность или вибрация на неровных дорогах. Благодаря Цифровым двойникам при проектировании производственных линий можно заранее тестировать различные ситуации, такие как увеличение и уменьшение заказов. К этому можно добавить виртуальный ввод в эксплуатацию, когда цифровые производственные линии тестируются для выявления недочетов, чтобы их можно было устранить до ввода физических производственных линий.

Использование цифровых технологий для обеспечения индивидуализации продукции и заказов при работе с клиентами ведет к повышению их удовлетворенности, сокращению отходов и снижению возвратов продукции. Эти технологии особенно важны в автомобилестроении, но они находят широкое применение и в других отраслях, таких как пошив одежды, где позволяют исполнять индивидуальные заказы всего за две недели. Применение цифровых технологий для производства ограниченных партий, которые можно использовать для изготовления пробных моделей и получения отзывов клиентов перед массовым производством, сокращает потери от выпуска неудачных моделей. Создание более простых изделий с меньшим количеством сырьевых ингредиентов и более простыми цепочками поставок благодаря точному учету потребительских предпочтений и более эффективным процессам проектирования повышает экологичность производства.

Более совершенные датчики и производственные станки, способные обмениваться данными друг с другом благодаря всеобщему подключению к Интернету, обеспечат лучшее понимание ценности сквозного производства. Цифровые технологии, способствуя экологической безопасности, имеют и другие, более прямые

бизнес-преимущества: снижение затрат, более быстрый выход на рынок и возможность индивидуализации продукции. В таком оптимизированном, но все более реальном мире ускорение НИОКР и производства сочетается с повышением производительности, снижением уровней отходов, увеличением экономии энергии и повышением качества продукции.

Заключение

В 21-м веке повестку дня в области устойчивого развития человечества определяют социальные, экологические и экономические тенденции, среди которых вопросы, связанные с экологической безопасностью, становятся одним из важнейших приоритетов в мировой экономике. Совпадение на данном этапе исторического развития глобальных потребностей общества и технологических возможностей требует экологически устойчивых инженерных конструкторских решений для улучшения характеристик, качества и технологичности продукции и, что очень важно, для возможности вторичной переработки продуктов и материалов. Правильно выполненные

имитационное моделирование и инженерные расчеты приведут к минимизации потерь при производстве, что означает отсутствие отзывов, брака и переделок. Таким образом, проектирование для целей экологической безопасности благодаря CAE-моделированию будет экономически выгодным, а также будет способствовать решению растущих экологических проблем планеты. Системы автоматизации инженерных расчетов помогают экономно расходовать топливо, сокращать производственные отходы с улучшенным контролем качества, уменьшать пищевые отходы, контролировать и ограничивать загрязнение среды и приближаться к нулевым выбросам углерода. Очевидно, что обеспечение экологической устойчивости существенно изменит мировые процессы производственного проектирования в этом десятилетии за счет внедрения экологически безопасных концепций исследования конструкций на раннем этапе проектирования продукции во всех отраслях промышленности.

Кейт Ханна,
вице-президент по маркетингу,
компания MSC Software

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ:

Министерства промышленности, связи,
цифрового и научно-технического развития
Омской области,
Министерства региональной безопасности
Омской области,
Администрации города Омска,
ОРО ООО «Союз машиностроителей России»,
Представительства ГК «Ростех» в Омской области,
Союза «Омская Торгово-промышленная палата»,
Омской ассоциации промышленников и предпринимателей
(Региональное отделение Российского союза
промышленников и предпринимателей),
Ассоциации «Омский региональный центр компетенций ТЭК»,
АНО «Омский НОЦ»

2 - 4 марта 2022
ОМСК



СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ПРОМТЕХЭКСПО

В экспозиции форума:

- АВТОМАТИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРОНИКА. ИЗМЕРЕНИЯ
- СВЯЗЬ
- ИТ-ТЕХНОЛОГИИ
- ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ
- МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛООБРАБОТКА. СВАРКА
- ЭНЕРГОСИБ. СИБМАШТЭК · ИНЭКСПО

Тел/факс: +7 (381 2) 23-23-30

E-mail: expo@intersib.ru
«ОМСК-ЭКСПО»

www.intersib.ru

rosmould
rosplast

www.rosmould.ru
www.rosplast-expo.ru

Международная выставка форм,
пресс-форм, штампов, услуг
по проектированию изделий
и их контрактному производству

Международная выставка
оборудования и материалов
для индустрии пластмасс

07 – 09 июня 2022
МВЦ «Крокус Экспо», Москва



 messe frankfurt

mesago
Messe Frankfurt Group

