

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИМУЛЯЦИИ

МАЙАНК ПАНДИЯ (MAYANK PANDYA)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

Сегодня средствами компьютерного моделирования, или симуляции, можно не только создать заводской цех, но и управлять его параметрами, находить узкие места, выявлять причины неэффективности затрат, уменьшать выбросы углекислого газа и т. д. Эта технология масштабируется в широких пределах и применима даже к одному конкретному продукту, позволяя смоделировать его поведение в реальном производстве в то время, пока он еще находится на чертежной доске.

Ключом к трансформации текущего производства в новое современное предприятие является то, что мы начинаем этот процесс непосредственно с уровня цеха, виртуализуя его функции, реализуя соответствующие имитации и впоследствии получая благодаря этим цифровым моделям те или иные преимущества. Используя общий дизайн, конструктивное исполнение и сборку продукта, мы должны расширить их роль и в итоге создать два продукта — непосредственно виртуальную модель, содержащую лишь информацию о продукте, и его физическую копию. И именно цифровая визуализация позволяет нам достичь подобного результата, переведя все в прикладную практическую плоскость.

Цифровое производство дает операторам возможность гибко масштабировать объемы продукции и предлагать одновременно несколько вариантов продукта на самом раннем этапе процесса. Это именно те факторы, которые необходимы для максимизации доходов от компьютерных программ и в конечном счете прибыли. С момента своего появления производственный процесс может быть фактически концептуализирован в центре создания прототипов того или иного продукта, а уже затем, после всестороннего анализа и обработки, передан в центры крупносерийного производства. Такой подход повышает гибкость бизнеса и контроль затрат, причем в глобальном масштабе с учетом рынков сбыта.

Кроме того, цифровое производство помогает операторам свободно обмениваться данными об особенностях тех или иных конструкций, используемых для реализации технологий, и другими необходимыми для производства конкретного изделия техническими сведениями. В свою очередь, цифровое производство способствует эффективному выявлению узких мест, что позволяет предприятиям-изготовителям удовлетворить пиковые потребности с оптимальной загрузкой и производительностью.

Так, в настоящее время известный французский производитель фарфора в сотрудничестве с ведущими международными разработчиками программного обеспечения проводит глубокую модернизацию всей производственной модели, полностью переведя процесс проектирования и разработки в облако. Вновь созданная программная платформа направлена на устранение дорогостоящих физических методов прототипирования и позволит производителю создавать и тестировать виртуальные модели, которые уже могут служить ориентиром для разработки оснастки, необходимой для изготовления продукта. Кроме того, компания планирует оцифровать каталог продукции, сохранив таким образом все наработки за 150-летнюю историю предприятия.

Технологии виртуального прототипирования продуктов используют трехмерный каркасный метод¹ — аналогичный тому, что применял

Джордж Лукас для создания «Звезды Смерти» в оригинальном фильме 1977 г. «Звездные войны». При определении подходящих материалов для изготовления продукта в физической форме инженеры развили эту технологию, накладывая одна на другую послойные виртуальные модели, полученные путем сканирования образца.

Однако, поскольку рациональное использование ресурсов стало критическим показателем эффективности, необходимо упростить процесс тестирования и отбора материалов. Вот почему виртуальное прототипирование должно поддерживать и эти цели, а именно экономить ценные ресурсы и способствовать их рациональному расходованию.

ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ДАННЫХ

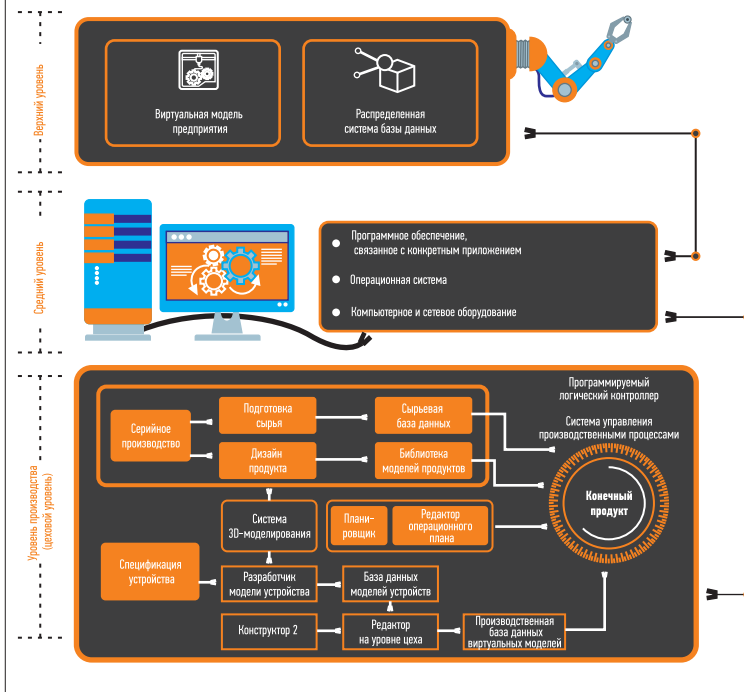
После стадии прототипирования производство сталкивается с проблемами, характерными для запуска продукта в серию. На данном этапе важно сохранить дизайн и функциональность исходного изделия. В настоящее время это требует дорогостоящих испытаний, подтверждающих заданный уровень качества физического продукта, причем часто такие проверки бывают неоднозначными, а их результаты могут вызывать обоснованное сомнение.

Для решения этой задачи нужен подход, основанный на технических данных. Другими словами, данные о продукте будут собираться по мере его изготовления в ходе разработан-

¹ Красная модель — модель объекта в трехмерной графине, представляющая собой совокупность вершин и ребер, которая определяет форму отображаемого многогранного объекта. Простейшая модель состоит из списка вершин, где каждой вершине соответствуют определенные координаты в трехмерном пространстве, и списка отрезков-ребер, где описана начальная и конечная вершина каждого ребра. — Прим. пер.



РИС. ►
Строительные блоки виртуального производства, используемые для его моделирования. Несмотря на то, что виртуальное производство начиналось как вариант проектирования и тестирования, оно превратилось в мощное средство поддержки производственных процессов и даже разработки конечного продукта. Цифровые модели собирают информацию о продукте для его быстрого прототипирования и в конечном счете для организации его серийного выпуска на предприятии



ного для него производственного процесса, причем одновременно с созданием виртуальной модели, отражающей сам физический продукт (рис.).

Это создает основу для внедрения системы управления техническими характеристиками продукта (Product Specification Management, PSM), которая может обеспечить качество как

часть процесса управления жизненным циклом изделия.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА

Идея производственной экосистемы заключается в том, что она будет способна создавать компоненты и инструменты по требованию и на суше, и на море, и в космосе. В настоящее время технологии лазерного формования и цифровые проектные данные используются для превращения порошкообразных материалов в сложные авиационные структуры, такие как, например, детали в контуре двигателей самолетов F/A-18E/F. В процессе, называемом селективным лазерным спеканием, для печати мелких и больших деталей применяются титан и другие материалы.

Прогресс в виртуализации производства имеет устойчивый тренд к нарастанию. Однако здесь имеется проблема. Если при выполнении проектных итераций в физических прототипах предприятие обращается к определенным классам материалов, то свойства конечного продукта невозможно точно предсказать. Например, в случае применения

ПЯТЬ ШАГОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ И БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Получение цифровой модели и быстрое прототипирование могут быть реализованы в пять шагов.

1. Интеграция и сбор данных. Используется оборудование для снятия физических характеристик продукта, такое как сканеры, координатные измерительные приборы и инструменты, которые могут быть интегрированы с различными датчиками.
2. Передача собранных данных. Пока продукт подвергается той или иной операции на сборочной линии, полученные данные должны быть переданы на уровень промежуточного слоя системы.
3. Программная реструктуризация данных. На данном этапе автоматизированное программное обеспечение механического проектирования обрабатывает и структурирует данные, создавая цифровую копию продукта по факту того, как он был физически выполнен.
4. Сохранение копий для последующего использования. Цифровые копии продуктов хранятся в автоматизированной системе управления производственными процессами для последующего использования и обновления для сертификации или в случае, если этого требуют изменения в нормативных стандартах и спецификации.
5. Системы автоматизированного проектирования и 3D-печать — помощь в решении текущих проблем. Для операций, связанных с техническим обслуживанием, текущим и капитальным ремонтом, производственная среда, ориентированная на сетевые технологии, может использовать компьютеризированные системы автоматизированного проектирования (САПР) для мелкосерийного и единичного изготовления тех или иных требуемых деталей.

Описанные шаги могут быть применены для быстрой имплементации технических изменений как непосредственно в местах эксплуатации, так и на складе подразделения технического обслуживания. В частности, технология трехмерной печати уже давно распространена среди ведущих производителей оборудования аэрокосмической и других отраслей. Это помогает компаниям не только упростить процесс разработки и создания продуктов, но и обеспечить техническую поддержку оборудования на уровне мировых стандартов, а также устранить необходимость накопления складских запасов инструментов и запасных частей.

металлов, которые не могут быть изготовлены в цифровой форме или обработаны с приемлемыми затратами, либо если материал серийного продукта отличается от материала, использованного при прототипировании или при трехмерной печати,

Когда речь заходит о структурном дизайне, будь то чайные чашки, самолеты или автомобили, всегда приходится сталкиваться с одним и тем же набором проблем. Выбор материала, долговечность, надежность и техническая осуществимость проекта должны быть согласованы с тем, как продукт реагирует на реальные внешние воздействия, температуру окружающей среды и вибрацию. В этом смысле виртуальное производство, благодаря внедрению метода конечных элементов², перешло на новый технический уровень. К примеру, разработана технология моделирования сварки, учитывающая тепловое и остаточное напряжение, что поможет оптимизировать конструкцию оснастки и сам процесс сварки. В настоящее время также проводятся НИР по созданию программного обеспечения FEA для моделирования и разработки прогнозов поведения

конструкций и для автоматической оптимизации процесса их изготовления в серийном производстве. Однажды уже интегрированное с системой управления, это программное обеспечение должно иметь возможность при необходимости повторно откалибровать инструменты в цехах на заводе-изготовителе, что позволяет внедрить в серийное производство конструкцию или оснастку и изготавливать или вносить изменения в части материалов уже без непосредственного вмешательства человека.

«Цифровые двойники» физических продуктов имитируют буквально все, так что будущее компании в вопросах улучшения качества продукции зависит от использования информации об их виртуальных собратьях. Уже сейчас, благодаря объединенным данным всей экосистемы производства и созданию «цифрового двойника» заводских цехов, мы близки к практическому тиражированию всего завода в целом.

Так, крупный технологический конгломерат уже работает над внедрением концепции, создавая рабочие симуляции ветропарков для прогнозирования отказов оборудования

и увеличения суточной производительности на 20%.

В этом отношении виртуальный ввод в эксплуатацию позволяет операторам заранее и всесторонне проверять устойчивость производственной системы, создавая виртуальный завод и связывая его с реальной системой управления. Однако это требует формирования полной модели, вплоть до уровня датчиков и исполнительных механизмов. Подключив модель к реальному контроллеру системы управления, инженеры могут обнаружить потенциальные ошибки управляющих программ задолго до фактического ввода в эксплуатацию.

Благодаря возможности создания средствами компьютерного моделирования заводского цеха, можно управлять всеми его параметрами, находить узкие места в производственном процессе, выявлять причины неэффективности затрат, уменьшать выбросы углекислого газа. Эта концепция применима даже к одному конкретному продукту и способна смоделировать его поведение в реальном производстве, пока он находится на чертежной доске. ●

² Метод конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA) — численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики. — Прим. пер.