

Журналист Фенна Блейл пишет на различные научные темы, а также занимается вопросами обмена информацией внутри Siemens и готовит материалы для корпоративных изданий концерна. Статья “Building Turbines in the Virtual World” опубликована в журнале “Pictures of the Future Magazine”. Оригинал на английском языке можно найти по ссылке: [www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/the-future-of-manufacturing-from-digital-twins-to-manufacturing.html](http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/the-future-of-manufacturing-from-digital-twins-to-manufacturing.html)

## Создание турбин в виртуальном мире

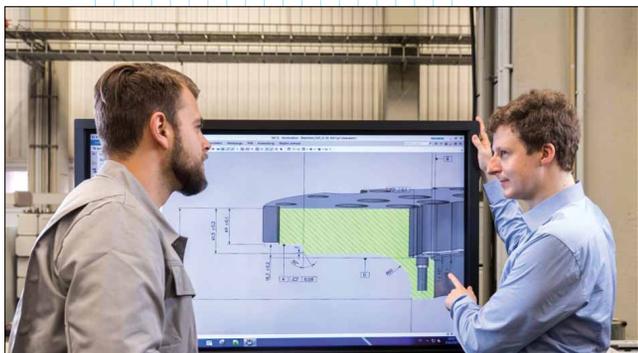
Фенна Блейл (Fenna Bleyl)

Новые цифровые процессы позволили заводу Siemens повысить коэффициент использования станочного парка на 10% и сократить сроки изготовления элементов горелки газовой турбины на три недели. В будущем такие процессы будут применяться также при выпуске электроприводов, ветряных турбин и электродвигателей.

Целью завода, чтобы он ни производил – электронику, автомобили или газовые турбины – является постепенное сокращение сроков изготовления и повышение эффективности технологических процессов при одновременном росте качества. Технологические процессы, основанные на представлении информации в цифровом виде, открывают новые возможности, поскольку создают огромные объемы данных, пригодных для анализа и последующей оптимизации производства. Это верно как для мелкосерийного, так и для массового выпуска: в обоих случаях оптимизация сокращает сроки выхода изделий на рынок и повышает качество продукции.

### От цифровых двойников – к цифровому производству

Организация единой цепочки 3D-моделей – важнейший фактор внедрения технологических процессов, основанных на цифровой информации. Так считает Питер Робл (**Peter Robl**), специалист по цифровому производству в *Corporate Technology* – центральном исследовательском подразделении компании Siemens.



Себастьян Ньюберт (справа) рассказывает о том, как в ходе разработки вся необходимая информация об изделии (например, допуски на просверливаемые отверстия) сохраняется в 3D CAD-модели детали турбины



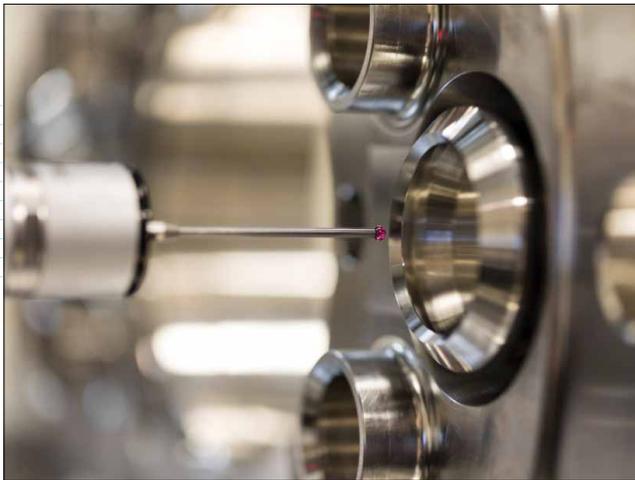
Перед первым изготовлением изделия программисты на заводе Siemens по производству газовых турбин выполняют моделирование всех технологических операций, что гарантирует отсутствие ошибок в процессе производства – например, столкновений заготовки с соседними станками

“Подобные модели содержат всю необходимую информацию об узле: размеры и допуски, ноу-хау конструктора, характеристики материала и механические свойства деталей, получаемых от поставщиков”, – поясняет он. По словам г-на Робла, такие 3D-модели могут содержать и информацию о технологических процессах.

Более того, модели продолжают собирать данные о детали или изделии на протяжении всего жизненного цикла объекта. К таким данным относятся, к примеру, сведения о динамике изменения качества поверхности, выявленные при контроле отклонений, информация об износе, поступающая от техников ремонтной службы. Такой массив данных позволяет актуализировать “цифрового двойника” на протяжении всего срока службы изделия и анализировать собираемую информацию с целью совершенствования новых вариантов конструкции.

### Полная интеграция моделей

Хотя технологии численного моделирования (симуляции) становятся всё более совершенными, создание “цифрового двойника” изделия,



*Управляющая программа для обмера этой детали турбины разрабатывалась на основе 3D CAD-модели, созданной в конструкторском отделе. Операция контроля является последней в процессе производства*

позволяющего в полной мере раскрыть все преимущества цифрового производства, всё еще остается трудоемким делом. Питер Робл подчеркивает, что, например, соответствующие программные продукты компании *Siemens* – от CAD- до CAM-систем и моделей технологической зрелости (*Capability Maturity Models, CMM*) – требуют интеграции стандартными методами администрирования. Сегодня применяемые 3D-модели в ряде случаев всё еще нужно преобразовывать в 2D-чертежи, а станки нередко приходится программировать вручную.

“Создать действительно полноценную трехмерную модель данных для “виртуального двойника” возможно, только если все участники процесса производства – люди, оборудование и программное обеспечение – получают доступ ко всей информации, а изменения будут проводиться синхронно во всех пакетах данных”, – считает г-н Робл. Поэтому он и его коллеги разработали систематический подход к моделированию и управлению данными. Создаваемая платформа должна объединить все 2D- и 3D-модели, а также информацию о станках и сведения, поступающие от поставщиков и ремонтного персонала.

## Изделие “в цифре”

На практике полная реализация этой концепции устранил необходимость преобразования 3D-моделей в двумерные чертежи. Технологи-программисты смогут программировать обработку деталей удаленно, а также проверять качество управляющих программ при помощи соответствующих средств симуляции обработки на экране компьютера. Они будут работать в офисе, не мешая эксплуатации станков в цехе. Это повысит коэффициент использования станочного парка и

сократит число ошибок. Специалисты ремонтной службы смогут получить доступ ко всем данным об изделии, представленным в структурированном виде, и сравнить наблюдаемый износ с исходным состоянием детали, чтобы точнее прогнозировать срок её службы.

## Цифровое производство газовых турбин

Себастьян Ньюберт (*Sebastian Neubert*), руководитель проекта на берлинском заводе подразделения *Siemens Power and Gas (PG)*, работает вместе с конструкторами и специалистами подразделения *Corporate Technology* над внедрением интегрированной цепочки 3D CAD-моделей, применяемой во всех технологических процессах изготовления газовых турбин, и созданием соответствующих массивов данных. Вот как он описывает преимущества такого подхода: “Для деталей горелки нового поколения наших газовых турбин мы сейчас впервые разработали 3D-модели, содержащие технологическую информацию. Они позволили сократить срок изготовления каждой детали с восьми до пяти недель и повысить коэффициент использования станочного оборудования на 10%”.

Бернхард Вегнер (*Bernhard Wegner*), руководитель берлинского конструкторского отдела, добавляет: “Новые методы создания 3D CAD-моделей и средства их администрирования заметно сокращают сроки разработки. Значительно ускорился переход от этапа проектирования к этапу изготовления – теперь это занимает всего три месяца. Более того, с самого начала процесса проектирования мы можем применять наше ноу-хау в области технологии, что повышает качество и снижает себестоимость продукции”.

Имеется и еще одно достижение. Глубокий анализ корреляций в ранее не использовавшихся массивах данных позволил специалистам подразделения *Siemens Corporate Technology* улучшить оценку характеристик потока газа в горелке газовой турбины. В результате удалось отказаться от трудоемкого процесса измерений, что сократило сроки анализа на 20%.

В качестве следующего этапа моделирования всех технологических процессов изготовления газовых турбин, специалисты компании *Siemens* собираются разработать модель турбинной лопатки с настолько большим информационным наполнением, что управляющая программа для обработки такой лопатки на станке с ЧПУ будет создаваться непосредственно по модели. Конечная цель – постепенно перевести изготовление всех важнейших деталей и узлов турбины на новые цифровые технологии. Помимо этого, специалисты подразделения *Corporate Technology* хотят распространить цифровые технологии и на другие сферы: изготовление приводов, ветряных турбин, электродвигателей, процессы аддитивного производства. 🤖