

Умные заводы будущего

Zvi Feuer, Zvika Weissman (Siemens PLM Software, подразделение Manufacturing Engineering Software Solutions)

На продвижение концепции “умного завода” развитые страны направляют серьезные ресурсы. Данная концепция обеспечивает высокую производительность и сохранение рабочих мест в промышленности. Что же называется “умным заводом”?

В этой статье мы подробно рассмотрим этот вопрос, а также ряд подходов, внедрение которых превращает обычный завод в “умный”.

К важнейшим факторам, необходимым для создания “умного завода” относятся:

- возможность обмена данными с технологическим оборудованием;
- наличие современных робототехнических систем, гибких средств и стандартов автоматизации;
- использование систем виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности.

Кроме того, мы поговорим и о таком аспекте, как управление энергопотреблением предприятия.

Умный завод

Умный завод – это цифровая модель всей технологической системы, цифровой двойник предприятия. Датчики, SCADA-системы, ПЛК (программируемые логические контроллеры) и иные средства автоматизации позволяют интегрировать такую модель с основным хранилищем данных PLM-решения. На умном заводе регистрируются все события, происходящие в цехах в ходе производства, и необходимая информация передается в PLM-систему – непосредственно или через облако.

Заводской цех становится неотъемлемой частью цифровой платформы предприятия, а применение единого стандарта обмена данными между системами автоматизации обеспечивает простое подключение любого технологического оборудования к подобной платформе. Благодаря наличию интегрированных средств контроля энергопотребления и алгоритмам автоматизированного принятия решений, заводы будущего будут расходовать гораздо меньше электроэнергии. Представленная в рамках цифровой платформы информация анализируется методами искусственного интеллекта, а основные найденные закономерности передаются на этап конструкторско-технологического проектирования изделий или производственных мощностей.

Представление модели завода в системе Intosite показано на рис. 1. Intosite – это облачное приложение для обмена производственно-технологической информацией, представленной в цифровом виде и в 3D-контексте. Intosite способствует совместной работе



различных служб предприятия и специалистов разного профиля. Система отличается простым, интуитивно понятным интерфейсом.

В основе умного завода лежат такие концепции, как подключение всего оборудования к сетям передачи данных и гибкость производственных процессов. Партия может состоять всего из одного изделия. Детали, узлы и готовые изделия транспортируются на роботизированных тележках (рис. 2). У такой тележки нет фиксированного маршрута: она перемещается от одной позиции к другой в соответствии с маршрутом технологического процесса, но при этом следующая точка маршрута (станок, участок сборки или контроля) выбирается в соответствии с их текущей загруженностью. В любой момент времени тележка рассчитывает маршрут к следующей точке, и в новое место назначения направляется соответствующая управляющая программа, причем все эти изменения вносятся динамически, прямо в ходе производства. Робот, станок или 3D-принтер получает новую управляющую программу и ждет доставки новой заготовки. Аналогично распределяются и все прочие производственные ресурсы: режущий инструмент, оснастка, приспособления...

Технологическое оборудование будет обмениваться информацией, сообщая, как минимум, такие сведения: свое местонахождение, состояние (работа/ожидание/заблокировано), температура, влажность и пр. Если речь идет о станке с ЧПУ или автоматизированном производственном участке, то объем собираемых данных существенно возрастает.



Рис. 1. Intosite – облачное приложение для интеллектуального просмотра виртуальных моделей заводов, находящегося в любой точке земного шара.

Intosite обеспечивает совместную работу с важнейшей технологической информацией – например, с представленными здесь диаграммами выпуска продукции, выводимыми прямо на пульт управления станка

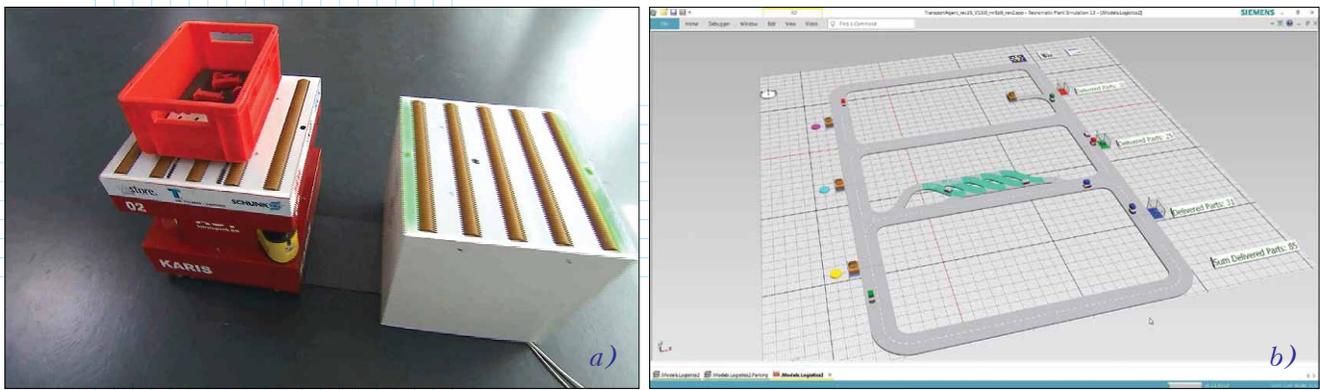


Рис. 2. Роботизированная тележка KARIS, оснащенная системой машинного зрения и искусственного интеллекта: а) тележка обменивается информацией с автоматизированной системой управления производством (МOM), а также с другими тележками, рассчитывая следующую точку и маршрут к ней; б) моделирование работы автоматизированных тележек KARIS в системе Siemens Tecnomatix Plant Simulation с целью определить оптимальное число тележек и зарядных станций (а также мест их установки) в соответствии с потребностями производства

Если же это станок с ручным управлением (или участок таких станков), то информация собирается при помощи дополнительно устанавливаемых датчиков.

Чтобы получить максимальную гибкую систему, технологические ресурсы будут обмениваться информацией между собой, а также с деталями, узлами и изделиями. На заводе будущего в каждое изделие будет встраиваться чип, хранящий всю необходимую информацию о технологических процессах и операциях контроля качества. Когда такое изделие поступает на участок, с чипа загружаются следующие данные: какую технологическую операцию необходимо выполнить, какую оснастку применить, какую управляющую программу загрузить в стойку управления станка, какие потребуются детали и материалы, а также каков требуемый уровень квалификации рабочих.

Кроме того, часть производственных ресурсов будет размещаться на подвижных платформах. Это еще больше повышает гибкость, позволяя доставлять эти ресурсы к детали или изделию по мере необходимости. Например, робот с ЧПУ устанавливается на подвижную роботизированную тележку, которая отвозит его в нужное место для выполнения операции механической обработки или полирования. При этом перемещать само изделие или заготовку не требуется.

При такой организации производства, после операции 3D-печати детали или узла с помощью 3D-принтера, можно довести работу до конца, сразу же направив туда робота для выполнения финишных операций.

Облачная система автоматизированного управления производством (*Manufacturing Operations Management, MOM*) собирает поступающую от технологических ресурсов информацию, тем самым помогая создавать эффективные и гибкие производственные процессы, а также обеспечивать высокую производительность и минимальные простои оборудования.

В ходе производства информация, поступающая от технологического процесса, детали, изделия и технологических ресурсов, передается в конструкторско-технологические службы предприятия. Она помогает инженерам в улучшении конструкции изделия, повышении эффективности технологии его изготовления и выявлении оптимальных приемов работы путем сравнения вариантов организации производства на различных предприятиях в разных странах мира.

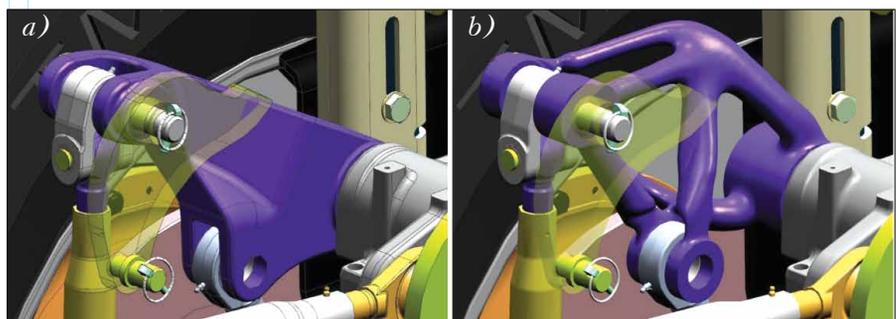


Рис. 3. Новые решения для аддитивного производства с поддержкой технологий автоматизированного создания геометрии и численного моделирования, разработанные компанией Siemens, помогают изготавливать детали принципиально новой конструкции, топология которых оптимизирована с целью снижения массы и повышения эксплуатационных характеристик: а) деталь, спроектированная для изготовления традиционными (субтрактивными) методами механической обработки; б) та же деталь, оптимизированная для изготовления методами аддитивного производства, имеет более сложную “органическую” форму, за счет чего её масса уменьшается при сохранении прочности

На умном заводе люди трудятся вместе с роботами-сотрудниками (“со-роботами”). Такие роботы оснащаются большим количеством датчиков и эффективно взаимодействуют с людьми (рис. 4).

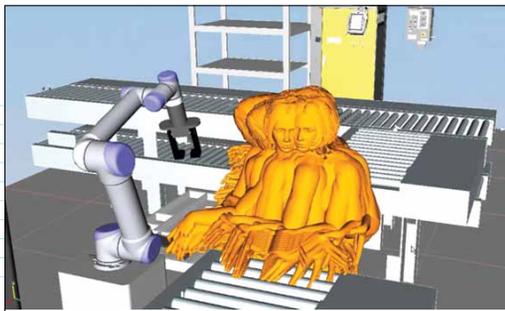


Рис. 4. Компания Siemens изучает способы виртуального моделирования и разработки процессов взаимодействия человека и робота при помощи “цифрового двойника”, создаваемого в системе Tecnomatix Process Simulate. Такие модели позволят точно оценивать возможные риски, а также проверять технологическую среду на соответствие нормам техники безопасности

Роботы с системами технического зрения и искусственного интеллекта смогут функционировать автономно, перемещаясь в нужное место и точно воспроизводя выполняемые вручную операции. Они также смогут приспособиваться к меняющимся условиям – например, к перемещению деталей или изделий.

Обучение персонала на умном заводе будет проводиться с применением технологий виртуальной реальности (*Virtual Reality, VR*). Возможности *VR* позволяют изучать технологические линии в виртуальном мире, буквально заглядывая внутрь оборудования, причем задолго до того, как оно появится в цехе. При помощи устройств виртуальной реальности ремонтники будут обучаться выполнению технического обслуживания сложных технологических систем, а цеховой персонал сможет осваивать правила управления оборудованием и выполнения технологических процессов.

После того как производственная линия смонтирована, рабочие смогут воспользоваться технологией дополненной реальности (*Augmented Reality, AR*). Она позволяет изучать технологические процессы в виде анимаций, без труда выявлять следующую технологическую операцию (просто направив камеру устройства на заготовку или изделие), а также проверять правильность действий рабочих. Кроме того, при наличии подобных возможностей рабочие смогут направлять роботов в недоступные для человека места, и выполнять там технологические операции.

Все изменения в технологической системе предприятия

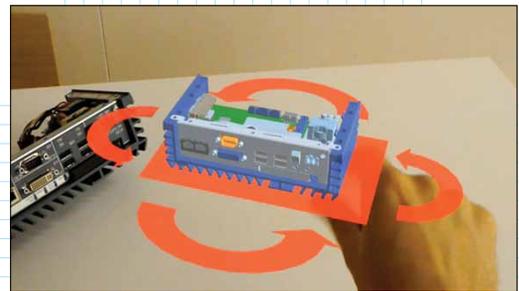


Рис. 5. Компания Siemens рассматривает различные способы применения виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности для создания более эффективных электронных технологических инструкций для рабочих (например, по выполнению сборочных операций). Такие инструкции создаются в системе Tecnomatix Process Simulate, а затем выводятся при помощи очков виртуальной реальности Microsoft HoloLens

автоматически фиксируются и при помощи *MOM*-системы загружаются в главное хранилище данных *PLM*-системы (например, *Siemens Teamcenter*). Как следствие, при разработке технологического процесса для выпуска нового изделия на существующей производственной линии, инженеры могут по максимуму использовать уже имеющиеся данные.

Повышение энергоэффективности и снижение выбросов CO_2 в ходе производства – важнейшие показатели работы умного завода (рис. 6). Энергопотребление учитывается уже на этапе проектирования – при помощи интеллектуальных расчетных моделей. Они помогают выявить способы снижения расхода энергии и выбросов углекислого газа на этапе эксплуатации. Компания *Siemens* разработала все необходимые инструменты, которые можно внедрить и использовать прямо сейчас. Эти инструменты позволяют точно рассчитывать энергопотребление и выбросы CO_2 . Замыкание контура обратной связи между виртуальным и реальным мирами помогает предприятию со временем выйти на самые высокие уровни непрерывного совершенствования процессов.

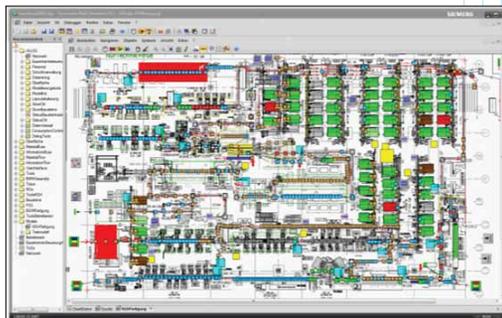


Рис. 6. BMW Motoren GmbH – крупнейший завод по производству двигателей в группе компаний BMW – расположен в городе Штайр (Австрия). Это предприятие смогло сократить энергопотребление при выпуске автомобильных двигателей, а вредные выбросы за весь жизненный цикл двигателя в эквиваленте CO_2 снизились на 550 тонн. Таких результатов удалось добиться при помощи численного моделирования в системе Siemens Tecnomatix Plant Simulation

На пути к умному заводу вы всегда можете рассчитывать на помощь и поддержку компании *Siemens PLM Software*. 