

Показано, что развитие технологии Industry 4.0 является эволюционным процессом, истоками которой являются Internet-технологии, виртуальные производственные корпорации, «интеллектуальные» устройства, самовоспроизводимые конечные автоматы. Отмечено, что большинство статей данного номера журнала направлены на реализацию концепции цифрового производства.

Ключевые слова: Internet, виртуальные производственные корпорации, «интеллектуальные» устройства, самовоспроизведение, цифровое производство.

Внимание науки и промышленности в последние годы приковано к новой информационной технологии, получившей название Industry 4.0. Реализация этой концепции базируется на возможностях промышленного Интернета, позволяющего объединить все имеющиеся на предприятии информационные системы в единое информационное пространство, а впоследствии и расширить это пространство, подключив к нему автономные информационные системы поставщиков сырья, и потребителей продукции и сервисного обслуживания продукта.

Реализация технологии Industry 4.0 приводит к появлению понятия Интернета вещей, что более характерно и понятно, исходя из названия, для нашей повседневной жизни. Реализация данной концепции в промышленности должна привести к формированию цифрового предприятия, характеризующегося наличием сквозной автоматизации, включая электронный документооборот, на всех уровнях управления. С позиции же выпускаемой продукции технология Industry 4.0 позволяет сопровождать изделие на протяжении всего его жизненного цикла. В связи с этим можно говорить об актуальности промышленного Интернета вещей.

Industry 4.0: эволюция и революция

Развитие технологии Industry 4.0 является эволюционным процессом, истоками которой стали цифровые системы промышленной автоматизации.

Internet-технологии

Последовательное развитие микропроцессорной техники, алгоритмического и программного обеспечения, коммуникационных средств привело к появлению сети Internet. Ее стремительное проникновение во все области жизни и деятельности человека заставило производителей и пользователей средств и систем автоматизации обратить пристальное внимание на Internet-, а также Web-технологии при решении задач сбора, передачи и визуализации промышленных данных.

Виртуальные производственные корпорации

С развитием Internet-технологии стала возможной реализация идеи "Проектирование и производство в любом месте" в виде виртуальных производственных корпораций. Пользователь, входя через Internet в пул свободных производственных мощностей, размещает свой заказ на производство продукции. Проектное подразделение разрабатывает CAD/CAM-модели из-

готавливаемого изделия. В случае необходимости для согласования с заказчиком или проверки корректности модели изготавливается 3D-прототип изделия с помощью систем быстрого прототипирования. Исходя из кинематики станка и модели системы ЧПУ, генерируется соответствующая управляющая программа и отправляется по сети в производство для изготовления детали.

Виртуальные производственные корпорации позволяют осуществлять дистанционный мониторинг и удаленную диагностику и настройку оборудования, быструю переналадку производства на новые технологические задачи с учетом его загруженности и графика планового технического обслуживания, вести протокол производственной деятельности [1].

«Интеллектуальные» устройства

Развитие микропроцессорной техники и оснащение программируемыми микропроцессорами датчиков и исполнительных механизмов позволило расширить функциональность последних. В результате всю сложную микропроцессорную продукцию, способную автономно, без участия устройств верхнего уровня выполнять определенные функции, стали называть «интеллектуальной» продукцией. К «интеллектуальным» функциям были отнесены способности принимать/выдавать управляющие воздействия, вести архив принимаемых и передаваемых данных, осуществлять первичную обработку измеряемого сигнала, выполнять при необходимости отдельные программируемые функции управления, выполнять задачи самодиагностики, самонастройки и функции обеспечения безопасности. Кроме того, появились многофункциональные устройства, среди новых возможностей которых присутствуют опции энерго- и ресурсосбережения.

Перераспределение обязанностей в рамках программно-аппаратного обеспечения систем автоматизации, вызванное появлением «интеллектуальных» устройств, оптимизировало процесс создания распределенных систем управления за счет снижения стоимости средств коммуникации, проектирования, монтажа, программирования, пуско-наладки и обслуживания.

«Интеллектуальные» приборы приняли на себя решение ряда задач по контролю и управлению, которые ранее традиционно выполнялись операторами и диспетчерами. Это позволило повысить эффективность процесса управления и одновременно снизить влияние человеческого фактора [2].

Самовоспроизведение

Цифровое управление и цифровая аппаратная база позволили развивать автоматизацию механообработывающих, сборочных и вспомогательных операций. Чрезвычайное разнообразие форм деталей и машин обуславливает для каждого случая специальную программу. При цифровом управлении принципиально возможно создать автомат, приспособленный для выполнения самых разнообразных сборочных и вспомогательных операций, — в некотором роде универсальный автомат. Универсальность автомата создает предпосылки для его массового производства. Но при массовом производстве необходимо использовать автоматы. Если автоматы универсальны, то естественно использовать их для изготовления своих копий. Так возникает задача самовоспроизведения автоматов [3].

Возможность самовоспроизведения не вызывает сомнения, так как природа дала нам миллионы действующих моделей — растений и животных. Наблюдение за живыми организмами позволяет заметить некоторые характерные черты самовоспроизводящихся систем. Во-первых, все организмы смертны, время их жизни ограничено, а самовоспроизведение позволяет сохранить вид. Во-вторых, каждый вид для нормального развития должен использовать некоторый минимальный набор продуктов.

Естественно, основные исследования по самовоспроизведению выполнены в области биологии. Однако проблема самовоспроизведения решается и в математике, где предпринимаются попытки построить самовоспроизводящийся автомат из элементарных деталей. Началом теоретических исследований по самовоспроизведению автоматов послужили работы Дж. Фон Неймана. Основная цель, которую пытался осуществить фон Нейман, — аксиоматическая теория самовоспроизведения конечных автоматов на клеточной среде. Свойства клеток (не биологических) задаются аксиоматически на основании здравого смысла [3].

Таким образом, к моменту вступления в четвертую промышленную революцию аппаратно-программная база средств и систем автоматизации уже была достаточно подготовлена к инновациям. Все основные технологии, реализуемые концепцией Industry 4.0, прошли долгий эволюционный путь. Но результаты внедрения этой комплексной концепции должны привести к революционным изменениям в организационной инфраструктуре предприятия, а самое главное — в умах промышленных специалистов и руководителей предприятий.

Практические аспекты реализации концепции «Цифровое машиностроение»

Основными двигателями концепцией Industry 4.0 на сегодняшний день являются облачные технологии, методы сбора и хранения больших данных,

Григорьев Сергей Николаевич — д-р техн. наук, ректор, Мартинов Георгий Мартинович — д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,

Аристова Наталья Игоревна — канд. техн. наук, старший научный сотрудник,

Чадеев Валентин Маркович — д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник ИПУ РАН.

Контактные телефоны (499)972-94-40, (495) 334-91-30.

а также алгоритмическое и программное обеспечение в рамках киберфизических систем, способное использовать полученную информацию и приобретенные знания для решения прикладных производственных задач, ориентированных на выпуск индивидуальной продукции.

Представленный вниманию читателей номер журнала «Автоматизация в промышленности» в полной мере иллюстрирует развитие на практике идей концепции Industry 4.0. Практически все работы авторов направлены на реализацию концепции цифрового производства.

В разделе «Решения в рамках концепции Industry 4.0» представлены: поисковые исследования МГТУ «СТАНКИН» по созданию нового типа интеллектуального контроллера, прикладные исследования института IWU общества им. Фраунгофера по мониторингу состояния промышленного оборудования и автоматической проверки качества выпускаемой продукции, фундаментальные исследования ИПУ РАН по оценке эффективности автоматизации.

В разделе «Перспективные технологии обработки» рассмотрены результаты исследования по многокоординатной обработке (МГТУ «СТАНКИН»), лазерному полированию (НИАТ), высокоскоростной обработке («Топ Системы»).

В разделах «Средства обеспечения точности и надежности машиностроительного производства» и «Прикладные решения промышленной автоматизации» представлены прикладные разработки от ведущих мировых производителей систем управления (B&R, Bosch Rexroth, FAGOR Automation, GE, Heidenhain, Omron, Renishaw, Siemens), российских университетов и отечественных производителей средств и систем промышленной автоматизации.

Отечественное машиностроение остро нуждается в существенном повышении производительности труда, сокращении длительности производственного цикла изготовления конкурентоспособной продукции, импортозамещении наукоемких изделий. Эффективное решение этих задач возможно только в рамках цифрового производства, реализуемого в единой виртуальной среде с помощью инструментов конструкторско-технологического проектирования, планирования, контроля и моделирования производственных процессов.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Перспективы развития распределенных гетерогенных систем ЧПУ децентрализованными производствами // Автоматизация в промышленности. 2010. №5.
2. Аристова Н.И. Интеллект в промышленной автоматизации//Автоматизация в промышленности. 2013. № 10.
3. Чадеев В.М. Самовоспроизведение автоматов. Изд. Наука. 1973. 150 с.