

УДК 338.121

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (по материалам американской технической периодики)

**К.Л. Разумов-Раздолов**

В октябре 2007 года Советом нескольких технических обществ было сделано заявление о новой инициативе по выявлению инноваций, которые изменят современное производство, систему и способы управления, внедрят новые технологии.

Представители Технической части Сообщества встречались, обменивались письмами, проводили электронные конференции и собирали предложения от всего производственного сообщества: практически от каждого производственного сектора и функциональной области. Все эти предложения добавлялись в перечень инициативных идей. В результате кропотливой работы были выбраны пять "новшеств" (инноваций), которые отвечали следующим критериям:

- потенциальное применение в широком спектре процессов и/или отраслей промышленности;
- повышение эффективности производства в отношении процессов или даже продуктов, которые будут изготавливаться;
- степень доступности для осуществления или внедрения в ближайшее время;
- высокий потенциал для большого количества производителей.

Ниже представлен список инноваций.

### **Направление цифрового производства.**

Ряд компаний в Азии, Европе, и Соединенных Штатах используют в коммерческих целях нетрадиционные методы изготовления: лазерную обработку, инфракрасный источник света, ультразвуковую сварку для спекания и плавки пластмассы, композитных соединений, металлических порошков для изготовления деталей. Другие компании наносят фотополимеры или связующее вещество, чтобы сформировать деталь слой за слоем. Третьи используют источник света, чтобы связать, укрепить последовательные слои фотополимера. Среди используемых материалов – термопласты, типа ABS, монокарбонат (PC), ABS/PC, полиамид (ПА), стеклонаполненный полиамид, наполненный алюминием полиамид, наполненный углеродистым волокном полиамид и полистирол. Обычные металлы – нержавеющая сталь, сплавы титана.

В прошлом большинство этих нетрадиционных методов использовалось для моделирования и быстрого прототипирования новых разработок. Теперь все чаще они используются для производства запасных частей, специально спроектированных изделий, опытных образцов, производственных пособий-образцов, коротко живущей и даже серийной продукции. Использование нетрадиционных методов и их внедрение в производство

упоминается как направление цифрового производства (DDM), или как быстрое производство.

Эти методы применяются в отраслях: космической (вентиляционные каналы для охлаждения и электрических коробок), автомобильной (при сборке), мотоспорте (панели кузова и скобы для тормозных магистралей), лечении зубов (коронки и мосты), ортодонтии (создание пластмассовых элементов), ортопедии (вживление металла), аудиологии (слуховые аппараты), мебель (лампы и стулья), драгоценности (кольца и ожерелья), развлечения (персонажи видеоигр) и потребительские товары (предметы коллекционирования, настенные украшения).

### Ультраконденсаторы.

Ультраконденсаторы (*суперконденсаторы*) – электрические системы хранения энергии, которые имеют необычно высокую энергетическую плотность в 10 000 раз большую, чем емкость обычных конденсаторов. Емкость конденсатора главным образом зависит от площади поверхности двух пластин, которые составляют конденсатор, и расстояния между ними. Ультраконденсатор усовершенствован в обоих направлениях, создавая большую площадь поверхности в том же объеме. Очень тонкие, с напыленным слоем, листы создают большую площадь поверхности в том же объеме, а зазоры остаются теми же самыми, как будто использовался единственный слой материала. Ультраконденсаторы очень хороши при аккумулировании электричества от регенеративного торможения и могут быстро отдать энергию при ускорении. Не имея перемещающихся частей, они обладают очень большим ресурсом работы.

Инновации в таком важном направлении как хранение энергии позволяют значительно улучшить все сферы жизнедеятельности человека, в которых используется аккумулированная энергия. Ультраконденсаторы безвредны для окружающей среды, помогают сохранять энергию и увеличивать мощность и мобильность устройств потребителя. Ультраконденсаторы свободны от характерных проблем батарей, типа ограниченного цикла жизни, воздействия холода и критических норм зарядки и развиваются как альтернатива пульсирующим батареям.

Ультраконденсаторы могут принести пользу многим потребителям там, где требуется короткий энергетический импульс, повышение мощности в критические моменты для системы. Они обеспечивают превосходное решение в нескольких конфигурациях системы, в том числе при использовании мощных устройств, типа силовой электроники, бесперебойных источников питания (UPS), промышленных лазеров, медицинского оборудования, мощной электроники в обычных, электрических и гибридных транспортных средствах.

Один пример. Переносные электроинструменты, использующие различные батарейные технологии, ресурс работы которых невелик. Ультраконденсаторы можно применять в электроприборах, что значительно уменьшило бы потребность в замене батарей. А, в связи с низким временем зарядки, потребность во второй батарее была бы также уменьшена.

В России проблемами гибридного привода с использованием ультраконденсаторов занимается ООО «Русэлпром–Электропривод», энтузиасты. Некоторые образцы

отечественных суперконденсаторов (электролитических), например, производства ЗАО Элтон, поставляются в США для снижения нагрузки на аккумулятор при пуске мощных грузовиков.

### **Нанотехнологии самосборки.**

Самосборка – это ветвь нанотехнологии, в которой объекты, устройства и системы формируют структуру без внешнего воздействия. Отдельные компоненты содержат в себе достаточно информации, чтобы строить шаблон для структуры, составленной из многотипных единиц. Множество примеров самосборки существует в природе. Биологические системы используют самосборку, чтобы выстроить различные молекулы и структуры.

Самосборка двигалась от теории к практике. IBM объявил первое применение крупного достижения – самособирающуюся нанотехнологию для обычного производства чипов.

Естественно, создающий процесс, который формирует морские ракушки, снежинки и эмаль на зубах, использовался IBM, чтобы сформировать триллионы отверстий для создания изолированного вакуума вокруг миль нанотонких проводов, расположенных друг с другом в каждой компьютерной микросхеме. Процесс самосборки был объединен с современной производственной линией IBM в Восточном Фишкеле (Нью-Йорк) и, как ожидают, будет полностью включен в производственные линии IBM в 2009 г. Чипы будут использоваться в серверных продуктовых линейках IBM, а потом и в разработках других компаний. Нанотехнологии также имеет потенциальные выгоды для многих областей, включая водную очистку, дезинфекцию, сельское хозяйство, альтернативную энергетику, домашнее и деловое строительство, компьютерное производство, коммуникации, медицину.

### **Интеграция интеллектуальных устройств.**

Интеллектуальное устройство – любой тип оборудования, инструмента или машины, который имеет собственные вычислительные возможности. Поскольку вычислительная технология становится более передовой и менее дорогой, эти устройства могут быть встроены в увеличивающееся число механизмов всех видов. Новая категория программного обеспечения, известного как устройства реального управления (DRM), разработана с возможностью контроля, управления и обслуживания интеллектуальных устройств по Интернету.

Интеграция интеллектуальных устройств уникальна в управлении оборудованием, продукцией и взаимодействиями. С помощью данных датчиков с двухсторонней радиосвязью даются детальные представления в реальном времени действий и объектов, что позволит организациям работать оперативнее и даже предупредить инциденты.

В дополнение к персональным и переносным компьютерам почти бесконечный список возможных интеллектуальных устройств включает: автомобили, медицинские инструменты, геологическое оборудование и бытовые приборы. Интеграция интеллектуальных устройств имеет значение для нескольких секторов, включая:

- сокращение стоимости в таких областях как логистика, поддержание связи, производство и операции транспортировки;
- улучшение обслуживания клиентов при получении дополнительной информации по использованию продукта;
- создание новых моделей бизнеса для получения доходности за счет новых услуг для существующей продукции.

Информация о возможностях применения интеллектуальных интегрированных устройств имеет прямую ценность, но после анализа могут быть обнаружены и более глубокие возможности для их использования.

### **Объединение 3-D моделирования и моделирования с настольными супер-компьютерами.**

Вообразите большой экран компьютера с данными относительно нового автомобиля. Зритель может видеть любую долю или часть немедленно и так детально, как хочет-от двигателя до компонента, с поддержкой перечня комплектующих и информации о них для построения диаграмм, все с трехмерной поддержкой и в любом ракурсе. Компьютер будет использоваться как микроскоп, телескоп и машина периодического управления, демонстратор и инструмент комплексной производственной системы. Программное обеспечение типа Phtosynth и Everyscape уже показало что может быть сделано, чтобы обработать цифровые фотографии. Трудно представить, что можно сделать с существующей 3-D информацией далее.

Это не моделирование и симуляция 20-ти или даже двух лет назад. Введение новых пакетов программ показало, как различные изображения и данные могут быть вместе обработаны с созданием гиперсвязей. Это обеспечивает взаимосвязь различных частей, составляющих производственный процесс. В настоящее время стали широко доступны компьютеры, позволяющие проводить 3-D моделирование и симуляцию в играх, научных работах.

Фактически это новшество может быть применено в любом месте производства. При проектировании и исследованиях долго использовались инструменты 3-D симуляции и моделирования. Это новое поколение вместе с упомянутыми инструментами будет использоваться в глобальной системе, которая охватывает все аспекты, включая производство, продажи и финансы. Поскольку уже супервысокомощный компьютер и технологии показа с большей готовностью используются в индустрии развлечений, взаимное проникновение 3-D действительно скоро изменит на производстве способ работы каждого. Следующее изменение затронет интеллектуальную сферу – изменение способа нашего труда и мысли.

Несложно заметить, что все перечисленные инновации сводятся к дальнейшему совершенствованию компьютерной техники, электроники и нанотехнологиям. И.о. руководителя аппарата союза машиностроителей России Владимир Гутенев на основании стратегии развития России до 2020 года называет для нашей страны следующие приоритетные направления развития технологий: развитие нанотехнологий, систем искусственного интеллекта, гибкая автоматизация производства, развитие глобальных

информационных систем, производство конструкционных материалов с заранее заданным свойствами. Это примерно совпадает с тем, что сегодня готовы внедрять американцы. Зато абсолютно непонятно, что будет в России со станкостроением и инструментальной промышленностью.

Прокомментируем представленные предложения.

Безусловно, нетрадиционные методы имеют ряд преимуществ:

- позволяют проектировать и изготавливать более сложные детали, отбросить ряд технологических ограничений;
- изготавливать небольшие партии без вмешательства человека;
- получить экономию за счет ликвидации потребностей в технологической оснастке и самом процессе, например, литья.

С другой стороны, применение нетрадиционных методов и в России, и в Америке не будет широко распространено, по крайней мере в ближайшем будущем, т.к. эти технологии имеют:

- низкую производительность, что делает возможным их применение только в единичном, а больше в ремонтном производстве;
- достаточные ограничения, связанные со спецификой процесса в размере изготавливаемых деталей;
- изготовленные детали имеют остаточные напряжения.

Внедрение ультраконденсаторов в различных областях, несмежных с электротехникой и электроникой, будет сдерживаться, прежде всего, невозможностью постепенно отдавать энергию, т.е. они не могут быть использованы как источники энергии. Это единственное ограничение на взгляд автора. Применение этой технологии может позволить значительно экономить топливо и оздоровить экологию, стать первым этапом наступления на двигатели внутреннего сгорания.

Суперконденсаторы могут использоваться:

- при пуске двигателей внутреннего сгорания совместно с аккумуляторами или без аккумуляторов;
- вместо аккумуляторов для погрузчиков и электрокар или тележек;
- в гибридном приводе локомотивов, тракторов (Беларусь), танков (Т-95), автобусов (MAN, SCANIA, ЛиАЗ), грузовиков, автомобилей (AUDI), троллейбусов, трамваев, электропоездов и т.д. В скобках указаны фирмы или модели, для которых изготовлены опытные образцы с гибридным или полугибридным приводом. В случае для трамваев, троллейбусов, электропоездов в местах, где невозможно проложить троллеи, питание тягового двигателя может осуществляться от суперконденсаторов. В частности, троллейбус с пассажирами со средней скоростью 40-50 км/ч по результатам экспериментов двигался 2-4 км на энергии конденсаторов.

Существует несколько схем применения гибридного привода. Например, дизель вращает генератор, вырабатывающий электрическую энергию, которая через преобразователь управляет электрическим мотор-колесом (экспериментальный привод БЕЛАЗа), или когда генератор заменяет коробку передач, т.е. пропускает «через себя» вращение (трактор Беларусь). Основной принцип заключается в разрядке конденсатора при разгоне (легковой автомобиль) или трогании (локомотив, грузовик), вспашке (трактор).

Конденсаторы разряжаются примерно наполовину за 30с. Такой режим работы позволяет разгрузить двигатель, снизить расход топлива и, естественно, эксплуатационные расходы на ДВС (ремонт ДВС, масло, выхлопы, обслуживание аккумуляторов), продлить ресурс работы. Кроме того, в режиме торможения происходит зарядка конденсатора – энергия движения преобразуется в электрическую и аккумулируется в конденсаторе, чтобы быть использованной при разгоне. Согласно данным РЖД (официальный отчет), только использование конденсаторов при пуске дизелей тепловозов дает экономию 9-10%.

Есть и еще одна область применения ультраконденсаторов, также связанная с гибридным приводом – это мотор-колеса, т.е. электродвигатель, размещенный непосредственно в колесе и вращающий его без трансмиссии.

Самосборка наноконструкций и использование интегрируемых интеллектуальных устройств бесспорно имеет огромные перспективы, однако, при этом возникает потребность организации хранения информации о структуре, которая реализуется. Причем, если возможности самостоятельной наносборки не до конца ясны, то перспективы использования интегрируемых интеллектуальных устройств в управлении устройствами весьма велики. Примером использования интеллектуальных интегрированных устройств является модуль intelligent thermal control, встраиваемый фирмой Micron для станков с наклонно-поворотным столом. Несмотря на точную компенсацию положения инструмента относительно заготовки, позиция оси вращения, сохраненная в системе управления, в результате теплового дрейфа относительно фактической может измениться. Такое происходит чаще всего при пятикоординатной обработке. Указанное устройство проводит непрерывный мониторинг изменения тепловых характеристик работы шпинделя и при необходимости вводит поправки для системы управления. Подобное применение этих устройств для мониторинга и управления процессами практически бесконечно и делает первый шаг к искусственному интеллекту.

Например, в Maschinenmarkt, 2005, Nr 15, стр. 56-61, описывается система мониторинга, которая строится на основе контроля и диагностики состояния фрез по величине крутящего момента и потребляемой мощности. Так, для червячных фрез высокой точности, это позволяет экономить до 20% от их стоимости за счет увеличения стойкости и улучшения других параметров резания. Для профильных и концевых к - сокращению колебаний. Применение во фрезах интеллектуального устройства позволит полностью автоматизировать управление процессом обработки, вплоть до величины назначаемых режимов резания.

Ну а совершенствование компьютеров и систем ввода-вывода информации просто приходится принимать как должное.

*ООО «Русэлпром - Оснастка», Москва, Россия*

*Поступила: 09.07.08.*

***Послесловие Главного редактора.***

*Статья К.Л. Разумова-Раздолова, выполненная на основании анализа отечественной и зарубежной печати, ставит весьма интересную проблему, которая достаточно давно обсуждается учеными, инженерами и экономистами.*

*Легко увидеть, что среди приоритетных направлений развития техники отсутствуют такие традиционные отрасли индустрии, как, например, станкостроение.*

*Не очень понятно, как можно всерьез рассчитывать на успех в деле, скажем, наносборки, не имея эффективной, так сказать, макросборки.*

*Не приведет ли наивная вера «в прыжок в наномир» к отсутствию у нас самых элементарных машин и приспособлений? К чему это может привести – Бог знает.*

*Мы ждем откликов читателей нашего журнала. Может быть волнения напрасны?*