

Фабрика будущего: цифровая, виртуальная, роботизированная

Одним из достижений третьей промышленной революции стало использование компьютеров. С текстовых процессоров, обеспечивших перевод бумажных документов в цифру, практически сразу начали свой путь развития системы автоматизированного проектирования, которые стали первым этапом цифровизации промышленных предприятий. Вслед за появлением персональных систем автоматизированного проектирования достаточно быстро возник и был удовлетворен запрос инженеров на средства поддержки коллективной разработки, разработку систем инженерного анализа, создание системы компьютеризированной технологической подготовки.

В результате постоянных попыток освоить возможности компьютеров (рост мощности которых уверенно следовал закону Мура) с помощью новых методов прикладных систем появилась концепция PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта), которая была призвана перевести в цифровой вид всю “жизнь” продукта от разработки до утилизации. Естественно, что при этом в качестве продукта подразумеваются сложные дорогостоящие изделия с длительным сроком эксплуатации. При этом важно отметить, что достижение реального полноценного внедрения PLM-системы в тот момент было практически невозможно, учитывая сложности в поддержании цепочки поставок, где за каждым звеном возникновения информации скрывается самая сложная из природных систем – человек со своими, присущими исключительно ему, навыками, устремлениями, опытом, проблемами.

Тем не менее, цифровое проектирование вместе с компьютерным расчетным моделированием слож-

ных процессов (газодинамика, термодинамика и др.) позволило значительно сократить время вывода на рынок новых продуктов – таким примером стал газотурбинный двигатель SaM146 для самолета Sukhoi Superjet 100, который производится компанией PowerJet – совместным предприятием российского ПАО “ОДК-Сатурн” и французской компании Snecma.

В настоящее время ПАО “ОДК-Сатурн” имеет хорошую цифровую базу, обеспечивающую производство высокотехнологичных изделий, – от конструкции до техпроцессов с программами ЧПУ. В результате цифровой модернизации улучшено

взаимодействие между конструктором и технологом, между этими службами передаются цифровые модели ДСЕ, что практически исключает изготовление некорректных (без учета изменений) деталей, обеспечивает актуальность и соответствие конструкции и физического облика детали.

Еще одним фактором, влияющим именно на производственные процессы, стало появление методологий MRP, MRP-II, ERP и поддерживающих их разнообразных систем. Они позволяют, используя нормативные данные о составах изделий, маршрутах, нормах материалов и времени обработки, рассчитывать



планы-графики изготовления, определять, когда и что необходимо сделать для выполнения конкретных операций, дают возможность выявлять ограничения – “узкие места”, координировать деятельность производственных подразделений между собой. Однако ожидания в отношении повышения эффективности производственных процессов оправдались далеко не полностью. За конкретными действиями, событиями и решениями всегда стоит человек, способный ошибаться. В постановку задач также человек закладывает логику работы системы, зачастую выдавая желаемое за действительное. В результате чего неизбежны ошибки, появляется недоверие к системам, происходит возврат к “ручному” управлению.

Возможной панацеей может стать концепция цифрового предприятия. Какие новые технологии смогут помочь в разрушении барьеров доверия производителей к результатам работы информационных систем?

Во-первых, в производственной системе может быть минимизирован человеческий фактор благодаря внедрению неких сенсоров, которые позволят решить проблему с однозначностью информации относительно того, где находится деталь, в каком количестве она прошла через необходимые операции, выполнены ли они все, где задержалась и по каким причинам.

При этом возникает новый слой информации – реальные детальные данные о состоянии незавершенного производства в цехах. На этом может быть построена вторая технология цифровой фабрики – аналитика Больших данных с элементами машинного обучения и искусственного интеллекта.

Третья идея – плотная информационная связка с оборудованием. Уже сейчас большое количество станков оснащено числовым программным управлением. В бортовых компьютерах этих станков содержится информация по выполненным программам, отработанному ресурсу и многому другому. Следовательно, в цифровой фабрике для оборудования могут быть достигнуты два мощных результата:

- ▶ интеграция информации о детали и режиме выполнения операций над ней, что позволит “размотать” возможный источник несоответствия при обнаружении такового (опять же аналитика Больших данных);

- ▶ переход от обслуживания станков “по ресурсу” к обслуживанию “по состоянию” (используя Большие данные и разработанные прогностические модели).

Мощным эффектом от технологий цифровой фабрики может стать новое качество ERP-систем, которые должны стать не только инструментами планирования и мониторинга, но и механизмом предсказания состояния производственной системы – “предиктивного менеджмента”, другими словами, помогут перейти от интуитивного принятия решений производственными менеджерами к решениям, поддержанным ИТ-системой на основе многофакторного анализа и прогноза развития ситуации.

Дальнейшая реализация концепции виртуальной фабрики сопряжена с созданием цифрового двойника производства в виртуальной среде. По аналогии с инженерными суперкомпьютерными расчетами, позволяющими смоделировать поведение физических объектов, возможно создание имитационной модели производственного предприятия для обеспечения “бесплатной” (с точки зрения инвестиций) отработки новых методов изготовления, оптимизации расположения станков, производственных корпусов для улучшения логистики, анализа сценариев “что если” с целью повышения пропускной способности.

Важным результатом реализации концепции виртуальной фабрики становится проектирование изделий по заданной себестоимости, когда появляется возможность “наложить” конструктивный облик детали на реальные условия производства.

Ключевыми технологиями виртуальной фабрики станут технологии индустриального Интернета вещей, позволяющие получать полную обратную связь ото всех компонентов производственной

цепочки. Возникнут новые требования к пакетам инженерных расчетов, в параметры оптимизации которых будут включены факторы технологичности изготовления, а это вызовет новый виток повышения требований к используемым суперкомпьютерным мощностям. Таким образом, виртуальная фабрика станет мощным драйвером развития нового программного обеспечения, обрабатывающего реально огромные массивы данных, возможно слабо структурированных, о реальной деятельности предприятия. Эффективность использования этих новых инструментов даст возможность существенно снизить производственные издержки, обеспечивая положительный эффект масштаба крупнотиражного выпуска индивидуализированных продуктов в противовес массовому производству одинаковых. Безусловно, новые методы роботизированного производства, аддитивных технологий дадут эффект на конкретных рабочих местах либо технологических линиях, но кумулятивный, синергетический эффект от этих производственных технологий может быть достигнут только совместно с внедрением технологий виртуализации управления такими сложными передовыми производственными технологиями совместно с использованием уже существующих методов и оборудования.

Новые вызовы, поставленные четвертой промышленной революцией, подлежат решению в рамках проекта “Фабрика Будущего”, определенного в дорожной карте “Технет” для реализации лидерских позиций нашей страны на рынке мирового высокотехнологичного производства. Описанные выше цифровые подходы организации производства предполагаются к разработке и апробации на Испытательном полигоне “Фабрики Будущего” для определения возможности и методов их дальнейшего внедрения и использования в ПАО “ОДК-Сатурн” и на других предприятиях АО “ОДК” и ГК “Ростех”.

**Павел Бехер, заместитель
директора по инновационному
развитию, ПАО “НПО “Сатурн”**