

О КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ СИСТЕМ УРОВНЯ PLM, MES И QMS

П.А. Ведмидь (ГК «ПЛМ Урал»)

Рассматривается важность комплексного внедрения на дискретном производстве системы управления жизненным циклом изделия, системы управления производством и системы автоматизации менеджмента качества. Показано, что информация, собираемая одними системами, является входной для работы других систем, и наоборот.

Ключевые слова: дискретное производство, интеграция, цифровое производство, система управления жизненным циклом изделия, система управления производством, система автоматизации менеджмента качества.

Коротко о системах PLM, QMS и MES

В настоящее время в специализированной прессе, на конференциях и семинарах часто поднимаются вопросы эффективного использования систем управления жизненным циклом изделия (PLM). Связано это с тем, что многие долгосрочные преимущества внедрения PLM систем не удастся реализовать без наличия исчерпывающей стратегии цифрового производства.

Цифровое производство — ключевое место интеграции PLM с различными технологическими системами и оборудованием, обеспечивающее обмен данными об изделии между конструкторами и технологами. Подобный обмен позволяет предприятиям достичь заданных целей в плане сроков разработки и объемов выпуска, а также добиться снижения себестоимости благодаря устранению дорогостоящих изменений, вносимых на этапах процесса разработки. Цифровое производство позволяет построить имитационные модели производственных процессов с целью повторного использования существующих знаний и оптимизации технологии до начала выпуска изделия. Кроме того, цифровое производство дает возможность получать информацию от оборудования, выполняющего реальные технологические операции, и встраивать ее в процесс конструирования изделия, благодаря чему предприятия уже на этапе разработки могут решать производственно-технологические задачи [1].

Указанные вопросы актуальны в первую очередь для дискретных производств сложных технических изделий в рамках глобальной кооперации с другими разработчиками и поставщиками узлов. Часто требуется выпускать такие изделия не массово, а со специализацией под конкретного заказчика.

Почти независимо от PLM рассматриваются системы управления производством уровня MES. Большинство успешных внедрений систем уровня MES имеет место в непрерывном и рецептурном производстве. В дискретном производстве успехов меньше. Это связано именно с большей ролью PLM в таких производствах и необходимостью интеграции PLM и MES.

Международная организация MESA выделяет 11 функций MES. В контексте дискретных производств и интеграции с PLM системами отметим только функции оперативно-календарного (детального) планирования и диспетчеризацию производственных процессов в цехе. Именно эти две функции определяют MES как систему оперативного характера, нацеленную на формирование расписаний работы оборудования и

оперативное управление производственными процессами в цехе [1].

Управление качеством продукции также является одной из функций MES. Система обеспечивает в реальном времени анализ измеряемых показателей, полученных от производства, для гарантированно правильного управления качеством продукции и определения проблем, требующих вмешательства обслуживающего персонала. Речь идет об отслеживании брака, корректировке планов из-за появления брака. Однако формирование рекомендаций по устранению проблем, определение причин брака путем анализа взаимосвязи симптомов, действий персонала и результатов этих действий — это уже область систем управления качеством.

Системы управления качеством CAQ или QMS поддерживают комплекс мероприятий, которые можно разделить на две группы: обеспечение качества и контроль качества. Обеспечение качества (Quality Assurance, QA) — процесс или результат формирования требуемых свойств и характеристик продукции по мере ее создания, а также поддержание этих характеристик при хранении, транспортировании и эксплуатации продукции. Контроль качества (Quality Control, QC) — проверка соответствия изготавливаемой продукции и выполняемых работ стандартам, а также проведение необходимых действий по корректировке процессов производства в целях выполнения требований этих стандартов [2].

PLM как база для внедрения MES

PLM — это промышленная система информационного взаимодействия расширенного предприятия по управлению всеми данными об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего жизненного цикла изделия. И поскольку PLM в таком определении — это система для всего предприятия, то именно PLM является средой, в которой и решаются все задачи управления любой рабочей информацией об изделии. А так как для решения подобных задач в данной системе должен существовать свой набор приемов и методов такой работы, то PLM — это и особая технология работы с данными [1].

Объединение функциональности MES и PLM призвано устранить разрыв между подготовкой производства и самим производством. Это охватывает следующие аспекты: проектирование изделий по требованиям; оптимизация конструкции на раннем этапе проектирования за счет учета производственных

реалий; разработка технологических процессов, обеспечивающих качественное изготовление изделия; валидация с целью проверки соответствия сделанного спроектированному. Чем теснее интегрированы процессы проектирования и производства, тем выше качество продукции. Кроме того, интеграция поддерживает стратегию, подразумевающую параллельность процессов подготовки производства и конструирования. Инженеры-конструкторы разрабатывают конструкцию изделия, а затем продолжают добавлять дополнительную информацию на протяжении всего процесса проектирования. Проект становится более детальным за счет информации, превращающей спецификацию изделия в технологические процессы их изготовления.

Важно отметить взаимосвязь конструкторского и технологического состава изделия. Проблема синхронизации этих составов имеется повсеместно. Системы класса MES учитывают только технологический состав изделия, тогда как PLM-система работает с обоими видами информации и способна решить задачу синхронизации.

Действительно, система PLM включает модуль управления производственным процессом (Manufacturing Process Management — MPM), предназначенный для разработки маршрутных и операционных технологических процессов, что позволяет создавать и хранить детализированные производственные данные в среде PLM. Разработка технологических процессов в PLM позволяет проследить их соответствие спецификации изделия, осуществить учет и управление конфигурациями изделий, управление эффективностью работы. В свою очередь, MES предоставляет информационную основу, необходимую для производства изделия в цехе и фиксирует историю изготовления. Эта история содержит все подробности, необходимые для отслеживания используемых компонентов. Информация из системы класса MES, интегрированная с данными из PLM-среды, обеспечивает полную прослеживаемость производственного процесса [1].

Системы класса MES являются предметно-ориентированными. Поэтому они максимально полно отражают особенности технологии конкретных производственных процессов и зачастую включают развитые средства поддержки технологической подготовки того или иного типа производства. И очень полезно, если данные о технологических процессах будут передаваться в MES из систем PLM, а не вводиться вручную.

Трудоемкость процесса внедрения MES может быть существенно сокращена при наличии на предприятии описания технологических процессов в электронном виде. Данные о составе изделия, нормативно-справочная информация, описания технологических процессов, перечень необходимых ресурсов, управляющие программы, рабочие инструкции и прочее можно импортировать в MES или синхронизировать эти данные для поддержания в актуальном состоянии уже на стадии производства [1].

Связка PLM — MES создает предпосылки для наличия непрерывного анализа полной и достоверной производственной информации по схеме «план — факт». В рамках MES обычно выполняется непрерывный мониторинг производства с помощью ключевых показателей эффективности, в отличие от традиционного составления периодической отчетности и последующей разработки тех или иных корректирующих мер.

В настоящее время конструирование, прототипирование, моделирование выполнения технологических процессов, тестирование продукта в большинстве случаев осуществляется в цифровом формате. При переходе в физическую среду наблюдаются расхождения между результатами моделирования и тем, что на самом деле происходит в заводских цехах. Системы класса MES могут сузить этот разрыв за счет накопленной информации о фактической трудоемкости технологических процессов, материалах и оборудовании, необходимом для выполнения производственных операций.

Поскольку производство изменчиво, информация из системы уровня MES имеет решающее значение при корректировке технологических процессов. MES собирает информацию о реальном производственном процессе, фиксируют различные отклонения реализации технологических операций от идеального варианта, например, связанные с изменением состояния инструмента, деталей. Эта информация может транслироваться на стадию технологической подготовки производства и использоваться при моделировании следующих производственных ситуаций. Таким образом, моделирование может быть выполнено не только для идеального случая, но и с учетом корректив, которые вносят реальные технологические процессы, а также процессы износа инструмента, деталей и т.д. [1].

Интеграция MES и PLM предоставляет платформу для документирования и совместного использования информации обо всех изготавливаемых конфигурациях изделий. В рамках концепции PLM информация «как продукт изготовлен» становится востребованной на стадии эксплуатации изделия.

Информация из MES также является важной для PLM в мониторинге и отчетности, чтобы понять, что на самом деле произошло на физическом уровне цеха. Данные из MES позволяют составить представление о том, как «как продукт изготовлен». Для PLM создание информации об изделии «как изготовлено» является важным требованием. Это фактически создание виртуального аналога физического продукта, это информация не только об изделии, но и о технологических процессах его изготовления, а также о контроле качества и состоянии изделия при прохождении его через производственный процесс.

Кроме того, MES предоставляет данные для последующих стадий поддержки и обслуживания, ремонта и модернизации изделия, а подготовка документации для этого является частью PLM-процесса. Изделие может быть отремонтировано более эффективно, если заранее известен состав его компонентов.

Не решайте проблему, а ищите возможности.

Джордж Гилдер

Совместная работа PLM и MES важна для позаказного производства. Речь здесь идет о том, что процессу позаказного производства предшествует этап проектирования продукции. Планирование процессов разработки и производства изделия на основе единых методологий традиционно представляло проблему, поскольку сведение многочисленных взаимоувязанных между собой операций этих двух этапов точно к требуемой дате исполнения заказа представляет собой нетривиальную задачу [1].

PLM как база для внедрения систем управления качеством

На большинстве предприятий задачи управления качеством не структурированы и решаются большим числом несвязанных документов, например таблицами формата Excel. Суть автоматизации управления качеством заключается в перенесении большей части операций и процессов, связанных с управлением качеством, в рамки специализированного программного обеспечения [3]. Важной функцией такого ПО является учет стоимости мероприятий по управлению качеством. QMS- или CAQ-система обычно содержит набор модулей, работающих на разных стадиях жизненного цикла изделия (ЖЦИ). Обычно они реализуют классический цикл Деминга: планируй — выполняй — контролируй — изменяй (корректируй).

На стадии планирования рассматриваются мероприятия, которые необходимы для подготовки производства и самого производства оптимального продукта. Одной из задач, решаемых на стадии проектирования, является управление рисками и последствиями потенциальных отказов. Найденные критические характеристики влияют на конструкцию (PLM) и далее учитываются на этапе формирования плана контроля. На основе плана контроля создаются планы испытаний, которые далее будут использоваться на стадиях входного, промежуточного или выходного контроля.

На стадии выполнения осуществляется сбор данных измерений и сопоставление их с предварительно заданными пределами. В случае выявления несоответствия генерируется внутренняя рекламация. На стадии контроля используются все измеренные данные для статистического контроля, для расчета различных показателей и построения диаграмм (например, диаграмма Парето). Это стадия производства (MES), однако MES оперирует оперативными данными. Накопление статистики, аналитика, планирование мероприятий по улучшению качества — это уже область ответственности QMS-системы. Если измерения связаны с поставщиками, то возможно вычисление различных рейтингов и ранжирование поставщиков (с передачей данных в ERP-систему). На стадии действия/корректировки большое значение имеет

управление рекламациями. Цель этого этапа — действия, которые устранят появление проблемы в будущем.

Важно, что цикл Деминга — замкнутый, и информация, полученная на этой стадии, снова используется на этапах планирования. В ряде случаев это делается автоматически (например, новый тип дефекта при выявлении автоматически появится в модуле проектирования, выводы из модуля «Аудит» автоматически попадут в модуль планирования контроля). Все этапы цикла содержат механизм расчета стоимости и дефектов и действий по их устранению.

PLM-системы включают механизм формирования спецификации требований, декомпозиции этих требований по функциональным подсистемам и трассировки требований к конкретным узлам и деталям изделия. То есть здесь решается первая задача обеспечения качества (Quality Assurance, QA). Проектировщик, работая в PLM-системе, начинает разработку своей системы, имея уже сформированные требования, в том числе требования к качеству изделия, а также прорабатывает процедуры контроля и верификации требований.

Для производств, где роль PLM велика и решение развернуто, предлагается максимально интегрировать процесс управления качеством с системой уровня PLM [2].

Комплементарные активы

Системы управления жизненным циклом изделия, системы управления производством и системы автоматизации менеджмента качества представляют собой комплементарные активы предприятия, то есть активы, которые необходимо развивать вместе. Это активы, дополняющие друг друга таким образом, что увеличение одного актива увеличивает эффект от инвестиций в другой.

Заметим, что на данный момент, практически нет компаний-интеграторов, которые предлагали бы реализовать интеграцию всех перечисленных систем в едином проекте. Хотя по каждому отдельному направлению реализованные решения имеются. Реализация такого комплексного подхода выведет процесс проектирования изделий на качественно новый уровень и обеспечит гарантированное качество выпускаемой продукции и сроки выполнения проектов [4].

Список литературы

1. Ведмидь П. Синергетический эффект совместного использования PLM- и MES-систем // САПР и Графика. 2017. №2.
2. Ведмидь П., Власов В. PLM и системы менеджмента качества // САПР и Графика. 2017. №4.
3. Батов А. Автоматизация менеджмента качества: Крупный план // Стандарты и качество. 2016. № 4.
4. Ведмидь П., Шейников С. Почему внедрение новых технологий PLM происходит медленно? // Управление производством. Спецвыпуск Цифровое производство, 2017. Декабрь.

Ведмидь Павел Анатольевич — канд. техн. наук, заместитель директора по развитию ГК «ПЛМ-Урал».

Контактный телефон (343)-214-46-70 доб. 134.

[Http://www.plm-ural.ru](http://www.plm-ural.ru)