

Капцан Ф.В., Воронков С.Н., Цейтин В.Е., Феоктистов В.Н., Чуенков Е.А., Тяжелникова Л.Ю.

НОВЫЙ КОМПЛЕКС АНГЦ-3 ПАО «ММК». СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ С ИНТЕГРАЦИЕЙ В ИТ ЛАНДШАФТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ключевые слова: оперативное управление производством, планирование производства, качество продукции, информационные технологии, нормативно-справочная информация.

Введение

В июне 2017 года в ПАО «ММК» успешно завершено внедрение системы оперативного управления производством (MES) комплекса АНГЦ-3. Особенностью проекта стала интеграция нового производственного участка в систему сквозного оперативно-календарного планирования производства уже на этапе опытно-промышленной эксплуатации. Несмотря на связанную с данным обстоятельством повышенную сложность реализации, внедрение прошло с опережением графика.

В настоящем материале рассмотрен ряд особенностей ИТ ландшафта ММК, а также принципов его построения и развития, обеспечивающих устойчивое управление сквозными бизнес-процессами, непрерывность функционирования информационных систем и гибкость их модернизации.

Функционирование многоуровневого целостного комплекса автоматизированных средств управления предприятием накладывает дополнительные требования к сложности и темпам реализации любых изменений. В частности, задача автоматизации новых производственных мощностей уже не может рассматриваться как локальная, она требует синхронного отражения изменений во взаимосвязанных информационных системах.

Более 10 лет ввод новых производственных мощностей в ММК сопровождается одновременной реализацией проектов по созданию «Интеграционных комплексов» автоматизированного управления. Данное понятие подразумевает комплексное проектирование реализации локальных средств автоматизации данного объекта, а также параллельную модернизацию взаимосвязанных контуров автоматизированного управления производством корпоративного уровня.

ИТ ландшафт ММК. Условия реализации проекта

Отличительной особенностью ИТ ландшафта ММК является глубокое развитие направлений оперативного управления производством, технологией и качеством, планированием. К этим направлениям относится третий уровень автоматизации основных цехов и ряд корпоративных систем управления, единых для производственных площадок.

Все производственные подразделения оснащены системами оперативного управления производством, которые реализованы в единой концепции полнофункциональных решений класса MES (Manufacturing Execution System). Они поддерживают планирование загрузки агрегатов, оперативный мониторинг производства, сбор данных с привязкой к каждой единице учета, отслеживание и контроль параметров производства/качества, автоматизацию контрольных лабораторий и аттестации продукции, обеспечение персонала и оборудования информацией, необходимой для начала процесса производства, управление складами и вспомогательными операциями, подготовкой сменного оборудования и т.д. На каждом этапе производства формируются электронные паспорта технологии и ка-

чества.

На «корпоративном» уровне управления производством, помимо соответствующих модулей ERP на базе Oracle E-Business Suite, реализован следующий ряд автоматизированных систем:

- Автоматизированная система оперативного и календарного планирования производства (АС ОКПП);
- Корпоративная система управления нормативно-справочной информацией (КСУ НСИ);
- Система управления производством и качеством на базе хранилища технологической информации;
- Единый диспетчерский комплекс.

Системы MES тесно интегрированы между собой. Реализовано сквозное ведение технологической истории каждой единицы учета от выплавки, до любого вида готовой продукции с возможностью формирования сквозного паспорта продукции. Обмен данными уровня MES и корпоративными информационными системами осуществляется в темпе близком к темпу производства. Это относится к фактическим параметрам и срокам выполнения операций, слежению за выполнением заказов и отгрузкой, простоям оборудования, возникновением нештатных ситуаций и т.п. Транспорт данных реализован средствами шины данных (Tibco) и универсальной интеграционной платформы-репликатора (специализированное средство, поставляемое в составе ПО компании Аусферр).

В целом, совокупность реализованного функционала, а также уровень оперативности контроля во многом уникальны для металлургической отрасли. Как следствие, значительно выросли требования к интеграционным взаимодействиям в случаях ввода новых производственных объектов.

Особенности проекта «Комплекс автоматизации АНГЦ-3»

Проект имел важное отличие от ранее реализованных аналогов – в рамках внедрения впервые необходимо было выполнить параллельную модернизацию законченного и отлаженного функционала Корпоративной системы оперативно-календарного планирования производства.

Контур АС ОКПП наиболее «сложный» и многогранный элемент управления производством ММК, обеспечивающий формирование и синхронизацию сквозных графиков производства основных подразделений ММК. В этих процессах задействованы все локальные элементы управления отдельными технологическими операциями, технологией и качеством, аттестацией, слежением за выполнением заказов и т.д. В разрезе оперативного планирования необходимо было учесть появление новых альтернативных маршрутов с соответствующими участками обработки, местами складирования, контроля качества, транспортировки и отгрузки. На более высоком уровне планирования необходимо было модернизировать модель балансирования загрузки производственных потоков с учетом изменения их «пропускной способности» и приоритетов.

Создание интеграционного комплекса автоматизации АНГЦ-3 может рассматриваться как комплексный тест, отражающий возможность управляемой и своевременной реализации изменений в сформированной структуре контура управления производством ММК.

Как уже упоминалось, поставленные задачи были реализованы с незначительным опережением графика. Ниже рассмотрены три ключевых фактора успеха проекта:

- особенности АС ОКПП, позволяющие оперативно учитывать возникающие изменения;
- роль корпоративной системы управления НСИ в бесшовной межсистемной интеграции и управляемом изменении контента производственных основных данных;
- организация управления ИТ проектом.

АС оперативно-календарного планирования производства.

Внедрение системы проходило «попередельно» в три этапа: выплавка/разливка – горячая прокатка – холодная прокатка/нанесение покрытий. К моменту старта проекта по строительству АНГЦ-3 данный процесс был завершен.

В системе реализована методология вытягивающего производства (pull production) – осуществляется планирование «под заказ» всех стадий производства от конечной продукции к выплавке стали. Функционал системы обеспечивает сквозную проверку позиций заказов на исполнимость каждой стадии производства, определение всех возможных альтернативных вариантов маршрутов и их параметров (Order Dressing), формирование внутренних производственных заказов для каждого передела, построение согласованных графиков загрузки агрегатов и непрерывного слежения за их выполнением. Работоспособность системы основана на целостной модели производственных процессов, которая учитывает все значимые факторы: ограничения каждого агрегата, технологии производства, контроля качества и аттестации, подготовки сменного оборудования, возможности подъемных и транспортных механизмов, правила комплектации транспортных единиц при отгрузке заказчикам и т.д.

В данных условиях ключевым фактором работоспособности и эффективности средств планирования становятся возможность постоянного поддержания соответствия виртуальной модели производства и его реальных параметров. При реализации АС ОКПП ММК возможность гибкой настройки модели производства была заложена в базовых принципах построения решения. Используемая концепция позволяет оперативно корректировать как технологическую составляющую основных данных – режимов и других правил производства определенного вида продукции, так и схемы производства – маршруты, параметры агрегатов, запуск/остановку производственных мощностей.

В системе не используются жестко заданные последовательности производства той или иной частной позиции сортамента предприятия, т.е. отдельно взятому химическому составу и типоразмеру продукта. Возможные маршруты и параметры промежуточных заготовок определяются динамически по всем возможным вариантам от финишной операции к выплавке стали. Система оперирует возможными диапазонами параметров в их сочетании, что позволяет охватить весь спектр технологических возможностей производства при относительно небольшой величине нормативно-справочной информации. Для определения возможности производства конкретной позиции коммерческого заказа, система, используя в качестве исходных данных спецификацию заказа, производит поиск агрегатов, на которых возможно производство данной продукции и определяет требования к предыдущему полуфабрикату с возможными их вариантами. Далее происходит аналогичный поиск возможности производства всех вариантов полуфабрикатов. При этом автоматически определяются альтернативные варианты производства или альтернативные варианты развеса и промежуточных размеров полуфабрикатов.

На аналогичных принципах основано определение технологии производства в параллельном процессе «разузлования» маршрутов (Order Dressing). В системе не используются строго зафиксированные «технологические карты» для отдельных частных сочетаний параметров продукции (позиций сортамента). В процессах планирования и управления производством ММК используется общая методология, согласно которой технология производства определяется динамически по запросам систем в момент построения маршрутов производства. При этом точные параметры производства («технологическая карта» в общепринятом понимании данного понятия) определяются по актуальным в настоящий момент правилам, заложенным в корпоративную систему управления НСИ.

Описанная концепция значительно упрощает процессы адаптации виртуальной модели производства к фактическим изменениям. Алгоритмы расчетов свободны от искусственных ограничений – цепочки производства продукции могут быть продолжены, сокращены или обогащены альтернативными вариантами производства. Это соответствует

таким ситуациям, как вывод из эксплуатации агрегата, ввод нового альтернативного агрегата, ввод новой ранее не применяемой стадии переработки продукции.

Рассматриваемый частный случай ввода нового производственного участка АНГЦ-3 является примером появления альтернативных производственных мощностей по выпуску холоднокатаного оцинкованного проката. К моменту строительства в ММК функционировало четыре непрерывных агрегата, выпускающих оцинкованный прокат и три стана холодной прокатки. С учетом возможных вариантов дальнейшей переработки (порезки, нанесения покрытий) образуется более 300 маршрутов производства оцинкованного проката. Алгоритмы АС ОКПП позволяют рассматривать новый производственный участок в существующих настроенных схемах планирования. После соответствующего отражения в системе его индивидуальных характеристик, система автоматически учитывает новый объект в процессах изготовления оцинкованного х/к проката. Данный механизм без ограничений применим для случаев полной идентичности сортамента агрегатов, их частичного пересечения или полного отсутствия пересечений. Для каждого конкретного варианта сочетаний параметров цепочки полуфабрикатов динамически определяются альтернативные варианты производства каждой стадии.

Таким образом, гибкость адаптации ИТ-комплекса ММК к изменениям во многом основана на возможностях оперативном дополнении сопутствующей НСИ или ее корректировки. Особенности именно КСУ НСИ обеспечивают необходимую скорость и управляемость этих процессов.

Корпоративная система управления НСИ.

Корпоративная система управления нормативно-справочной информацией ММК создана компанией Аусферр и запущена в эксплуатацию в 2006 году. С этого момента она используется в качестве единого центра сопровождения производственной нормативно-справочной информации предприятия. В ведении системы находятся вся совокупность НСИ используемая системами MES, АС ОКПП, АС управления технологией и качеством. Также КСУ НСИ осуществляет автоматическое согласование связанного или общего контента НСИ со смежными системами, в частности системами ERP и АСУТП агрегатов.

Отличительной особенностью производственной НСИ металлургического предприятия является значительный объем и сложность структуры ее технологической составляющей. Формирование потребительских свойств продукции основано на параметрах взаимосвязанных химических и физических процессах, которые в свою очередь связаны с типоразмерами продукции. При этом сочетание форм и размеров изделий, химических и физических характеристик, дополнительных покрытий, параметров упаковки и т.д. образует чрезвычайно большое количество возможных вариантов сочетаний. Важно также отметить, что основная часть технологической НСИ специфична для конкретного предприятия и оборудования, она является сугубо внутренней – создается и сопровождается силами специалистов предприятия.

В этих условиях формирование НСИ в форме «вид продукции – технологическая карта производства» является теоретически возможным, однако на практике такой массив становится неуправляемым в силу сложности его сопровождения и оперативной актуализации.

При создании КСУ НСИ ММК использован подход, который условно можно определить, как «параметры продукции – правила определения параметров производства». При этом сортament продукции в системе формируется путем ее фасеткой классификации, т.е. одновременной поддержкой всех альтернативных классификаций. Данный принцип существенно сокращает трудозатраты на первичный ввод и дальнейшее сопровождение технологической НСИ.

Создаваемые структуры данных близки к структуре первичных нормативных документов (технологических инструкций, ТУ, ГОСТ). Благодаря этому процесс созданные

структуры могут сопровождаться профильными специалистами предприятия – «владельцами» соответствующего раздела НСИ. Процесс не требует применения программирования и специальных навыков.

Система хранит историю изменений данных и позволяет устанавливать период их действия. Это обеспечивает возможность проведения планомерного заблаговременного ввода нормативной информации. В частности, при реализации проекта по созданию интеграционного комплекса автоматизации АНГЦ-3, сопутствующий массив НСИ формировался в течении всего срока реализации, по мере его разработки и утверждения. Дополнительно сопровождение НСИ облегчила возможности по использованию шаблонов существующих структур данных и групповой корректировке однотипных данных.

Функционирование единого источника основных данных минимизирует проблему вертикальной и горизонтальной интеграции решения, поскольку вновь создаваемый контент изначально базируется на единых словарных понятиях, классификаторах и методологии. В КСУ НСИ отсутствует строгое разделение контента основных данных в разрезе систем-потребителей. Системы планирования, оперативного управления производством, управления технологией и качеством используют общий массив данных. При этом существуют объемные разделы, применяемые в какой-либо одной из систем, однако они формируются с использованием общих принципов согласования и взаимосвязей. Исключением являются разделы НСИ, «владельцем» которых является смежная система, в частности, ERP. Данный контент поддерживается на принципах постоянного автоматического отслеживания изменений и его учете в связанных справочниках.

Описанные возможности КСУ НСИ ярко проявляются при реализации комплексных ИТ проектов с участием широкого круга специалистов предприятия в сжатые сроки, где организационная деятельность становится важнейшим фактором успеха проекта.

Организационное обеспечение

За время своей деятельности компанией Аусферр успешно реализовано более 90 крупных ИТ проектов. Рассматриваемый проект по созданию интеграционного комплекса автоматизации АНГЦ-3 ММК интересен с точки зрения успешного и своевременного выполнения в условиях расширенного состава интегрируемых систем. Сама же практика полного комплексного внедрения систем автоматизации в темпе со строительством объектов реализуется Аусферр далеко не впервые, ранее аналогичным образом были внедрены комплексы управления производством других объектов капитального строительства, в частности, таких крупных, как Новый комплекс холодной прокатки (стан 2000) и Комплекс по производству толстолистового проката (стан 5000). Критерием успешности и своевременности выполнения являлась готовность систем автоматизации к моменту производства первых пробных единиц продукции.

Организационное обеспечение таких проектов имеет ряд особенностей, связанных с необходимостью четкой синхронизации проектной деятельности при значительном количестве участников со стороны поставщиков и различных подразделений заказчика.

Важно отметить, что сам подход комплексного внедрения всех уровней автоматизированного управления при строительстве объекта оправдан как с точки зрения снижения рисков, так и с точки зрения экономической эффективности. Участие исполнителей смежных частей работ в процессах формирования требований, проектировании и реализации позволяет сформировать оптимальный объем поставки отдельных компонентов. Обеспечиваются приемлемые для всех сторон интеграционные механизмы, полнота их отражения в проектных решениях и документации, осуществляется практическая проверка всех компонентов в течение общего гарантийного периода. При этом участники проекта автоматически вовлекаются в процесс взаимного тестирования его элементов с устранением недоработок и противоречий.

В целом внутренние методы управления такими проектами в компании Аусферр

соответствуют принятым современным практикам. В качестве важных элементов этой деятельности можно выделить подходы к поддержке согласованности смежных проектных решений и специальные меры по соблюдению сроков реализации. Предусматривается несколько итераций по уточнению конкретных решений на этапах формирования технического задания и проектирования. Это связано с зависимостью от поставщиков смежных частей проекта и необходимостью взаимного согласования по мере выработки уточнения конкретных параметров реализации. Значительное внимание уделяется как можно более раннему обмену взаимными требованиями (к интеграционным процессам, элементам инфраструктуры, дополнительному оснащению и т.д.). Высокая готовность решений на этапе опытно-промышленной эксплуатации объекта требует тщательной организации этапов предварительного тестирования. Соответственно предусматривается выделение дополнительных ресурсов на обеспечение коммуникации, а также на итерационные корректировки собственных решений. Для сокращения времени реакции и уменьшения искажений активно используется практика непосредственного участия ключевых разработчиков в процессах взаимодействия проектных команд. В создании контента НСИ нового производственного объекта участвует широкий круг специалистов различных служб и подразделений. КСУ НСИ обеспечивает их совместную работу в единой среде, с использованием знакомых инструментов, существующих шаблонов и наработок. Это значительно сокращает трудозатраты и объем необходимых коммуникаций.

В комплексных проектах управление основной частью организационной деятельности осуществляется на стороне заказчика. Ниже представлены некоторые принципы этой деятельности ПАО «ММК», являющиеся, на наш взгляд, основополагающими с точки зрения успешного выполнения проекта.

Это, прежде всего, тщательная подготовительная работа на этапе формирования локальных технических заданий - формирование частных технических заданий с отсутствием противоречий по объемам поставок и срокам реализации взаимозависимых процессов, графиков реализации смежных работ и выполнения контрактных обязательств поставщиков.

Следующий аспект – подходы к формированию проектной команды заказчика и согласование ее структуры со структурами команд, отвечающих за локальные элементы проекта. Принята практика подготовки подробного «Устава проекта» с четким распределением ролей, структур команд всех участников, ответственности и регламентами действий. Это создает необходимое «правовое поле» и является основой всей организационной деятельности. При этом используется известная методика формирования пересекающихся горизонтальных и вертикальных проектных групп, где горизонтальное деление отвечает за распределение функций и уровней ответственности в разрезе основного направления проекта (например, автоматизации производства), а вертикальное деление формирует группы по функциональным направлениям деятельности подразделения. Данная структура позволяет оперативно распределять круг обсуждения, утверждения и ответственности по частным или общим направлениям проекта.

Также отметим, что одним из важнейших аспектов эффективной реализации являлось регулярное участие высшего руководства предприятия в вопросах стратегического управления не только проектом в целом, но и его отдельными составляющими, в частности, комплексной автоматизацией. При внешней формальности, этот элемент крайне важен с точки зрения обеспечения оперативного выявления и разрешения наиболее острых и спорных вопросов, требующих достаточных полномочий, например, для урегулирования внутренних противоречий в команде заказчика.

Сведения об авторах

Капцан Феликс Виленович – заместитель генерального директора ООО «ИТЦ Аусферр», E-mail: kaptzan_f@ausferr.ru.

Воронков Сергей Николаевич – канд. техн. наук, заместитель директора по разви-

тию ООО «ИТЦ Аусферр», E-mail: rtc@ausferr.ru.

Владимир Ефимович Цейтин – начальник ЛПЦ-11, E-mail: tseytin.ve@mmk.ru.

Вадим Николаевич Феоктистов – главный специалист по информационным технологиям ПАО «ММК» и Директор ООО «ММК-Информсервис», E-mail: feoktistov.vn@mmk.ru.

Евгений Анатольевич Чуенков – старший менеджер ООО «ММК-Информсервис», E-mail: chuenkov.EA@mmk.ru.

Лариса Юрьевна Тяжельникова – ведущий инженер ООО «ИТЦ Аусферр», E-mail: larisa.tyazhelnikova@ausferr.ru.