



ТИПИЧНЫЕ НЕДОСТАТКИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КЛАССА MES НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТРАСЛЕЙ

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

Рассматриваются негативные особенности построения и внедрения компонентов систем класса MES на российских предприятиях, которые значительно снижают эффективность их функционирования и препятствуют их согласованной работе при автоматизации всех производственных служб на предприятиях разных отраслей, относящихся к химико-технологическому классу.

Ключевые слова: MES, система контроля и учета работы производства, система расчета материального баланса производства, лабораторная информационно-управляющая система, система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР), система диспетчерского контроля и управления электроресурсами и теплоресурсами, система календарного планирования производства.

Введение

Данная статья продолжает обобщение экспертного анализа опыта разработки, внедрения, эксплуатации систем автоматизации разных уровней на предприятиях химико-технологических отраслей России [1, 2].

Для большинства крупных и средних предприятий рассматриваемых отраслей в настоящее время все более актуальной становится задача автоматизации всех производственных служб предприятия и создание на этой базе интегрированной, автоматизированной системы контроля, учета, управления всем производством, которое имеет название «MES». Практически под комплексом компонентов, объединяемых наименованием MES обычно в применении к производству химико-технологического класса понимается комплекс совместно функционирующих и обменивающихся информацией систем автоматизации отдельных производственных служб. Ниже перечислены компоненты системы автоматизации этого комплекса:

- система контроля и учета работы производства (информационная платформа MES);
- система расчета материального баланса производства;
- лабораторная информационно - управляющая система (ЛИМС);
- система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР);
- система диспетчерского контроля и управления электроресурсами (АСОДУ электроэнергией);
- система диспетчерского контроля и управления теплоресурсами (АСОДУ теплоэнергией);
- система календарного планирования производства.

Построение систем класса MES сейчас ведется на десятках предприятий. И хотя вряд ли даже на одном из них можно увидеть действительно полностью завершённую и внедрённую MES со всеми ее компонентами (автору такое предприятие не попадалось,

хотя с точки зрения разработчиков ее построение считается ими часто законченным после внедрения только некоторых составляющих MES), но внедрённые отдельные компоненты MES и продолжающиеся работы по развитию и расширению системы можно наблюдать на все большем числе предприятий.

При рассмотрении текущего состояния с внедрением MES следует учитывать следующие особенности ее построения на любом предприятии:

- процесс проектирования и внедрения всех отдельных систем, входящих в комплекс под названием «MES», является достаточно затратным и длительным во времени ($\geq 3...5$ лет);
- отдельные системы, входящие в комплекс MES, могут разрабатываться (и в подавляющем большинстве случаев разрабатываются) разными организациями на базе программных и технических средств разных производителей, но с предполагаемой открытостью используемых средств автоматизации для достаточно свободного взаимодействия их друг с другом.

Экспертное обследование автоматизации служб производства на предприятиях разных отраслей, относящихся к химико-технологическому классу, позволило выявить ряд характерных негативных особенностей построения и внедрения MES, присутствующих повсеместно, независимо от принадлежности производства к той или иной отрасли, от имен разработчиков отдельных систем, от производителей программных и технических средств, используемых в системах. Естественно, что типичность и достаточно широкое распространение этих особенностей отражает субъективный взгляд автора и базируется на его личном опыте.

Рассмотрение указанных негативных особенностей построения MES и причин их появления является темой данной статьи; при этом анализ типичных недостатков проводится в ней как отдельно по каждой системе автоматизации, входящей в комплекс систем класса MES, так и по общей организации работ при внедрении всей MES на предприятии.

Система контроля и учета работы производства (информационная платформа MES)

Целью построения информационной платформы MES является снабжение всех служб производства необходимыми им для принятия управленческих решений контрольными и учетными данными о текущем состоянии всех переделов производства, включая оперативные сведения о протекании всех ТП на производстве. Эти данные поступают в систему как автоматическим путем от SCADA-систем отдельных АСУ, от различных информационных систем предприятия, от приборов и контроллеров, расположенных на отдельных переделах производства, так и ручным путем ввода в систему текущих данных операторами на участках производства, не имеющих современных средств автоматизации.

Конкретизация контрольных и учетных данных, которые должны поступать в отдельные службы производства, определяется реализуемыми управленческими функциями этих служб. В общем виде требования к этим данным от любой службы могут быть сформированы на основе следующих общих соображений:

- формирование службой рациональных и своевременных управленческих действий требует снабжения ее персонала именно тем объемом текущей и архивной, контрольной и учетной информации, которая необходима для принятия необходимых решений;
- недостаток или несвоевременное получение необходимой информации ведет к нерациональным или даже неправильным управляющим решениям;
- излишек получаемой информации (засоренность требуемых данных ненужной для реализации управления информацией) затрудняет и замедляет (а иногда и искажает) необходимые управляющие решения.

В соответствии с этими требованиями формируемые информационной платформой данные могут быть подразделены на две группы:

- обобщенная контрольная и учетная информация о работе производства, необходимая всем (или почти всем) службам производства, включая руководство предприятия;
- специальная информация, требуемая отдельным службам и подразделениям производства: диспетчерской службе, производственному отделу, технологическому отделу, экономическим подразделениям отдельных цехов, отделам главного энергетика и главного механика, службе КИПиА и т. д.

Создание информационной платформы MES производится ее разработчиком с помощью одного из инструментальных программных пакетов разработки информационной платформы, выпускаемых рядом зарубежных и некоторыми российскими производителями.

Обычно разработка MES начинается с создания информационной платформы, поэтому ее уже промышленное функционирование можно наблюдать на подавляющем числе предприятий, внедряющих систему класса MES. Основные результаты этих на-

блюдений на большинстве предприятий формируют приведенную далее картину.

1) Система контроля и учета почти не вырабатывает специальной информации, необходимой отдельным производственным службам, поскольку разработчиком платформы не проводился тщательный анализ функций отдельных служб производства и требуемых для реализации этих функций данных: их наименование, время или условия выдачи, точность, формы подачи и т. п. В основном всем службам выдается общий массив всей контрольной и учетной информации, вырабатываемой информационной платформой, а уже персонал отдельных служб должен искать и отбирать в нем нужные ему данные (если они там присутствуют).

2) Обобщенными контрольными и учетными данными о работе производства, необходимыми руководству и почти всем службам предприятия, являются ключевые оперативные показатели работы отдельных переделов производства за фиксированные интервалы времени:

- производительность отдельных агрегатов;
- удельные расходы различных энергоресурсов на выпускаемую агрегатами продукцию;
- качество сырьевых компонентов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- учетное соотношение «план-факт» по различным переделам и по производству в целом;
- запасы сырья, полуфабрикатов, готовой продукции на складах и в резервуарах;
- изменения в состоянии основного оборудования: возникающие неисправности, простои и аварийные ситуации;
- объемы поступивших сырьевых компонентов и отгруженной готовой продукции.

Необходимый полный комплект автоматически сформированных платформой ключевых показателей не был замечен ни на одном обследованном предприятии, а на многих предприятиях функционирующие информационные платформы не дают и половины требуемых ключевых показателей.

3) Сбор данных от АСУТП, оснащенных современными SCADA программами, производится зачастую без всякого отбора, учитывающего необходимые результаты материалы информационной платформы. В платформу вводятся почти все данные, поступающие на пульте оператора каждого ТП, с частотой ввода выдаются эти данные на выходе платформы в тех же формах мнемосхем, трендов, протоколов и т. д., дублируя рабочую станцию оператора. Практически это позволяет всем службам и руководству предприятия следить за текущими действиями всех операторов, что абсолютно не является функциями ни одной производственной службы и не требуется даже начальникам цехов, в которых находятся данные технологические агрегаты. Это просто засоряет СУБД огромным числом ненужных данных и дезорганизует имеющуюся иерархию управления производством.

4) На подавляющем большинстве предприятий далеко не все агрегаты оснащены современными АСУТП. На части из них работают только устаревшие системы контроля, состоящие из датчиков и вторичных показывающих и регистрирующих приборов, а управление реализуется оператором вручную. Данные о работе таких агрегатов обычно вводятся в информационную платформу операторами вручную через установленные у них ПК, что приводит зачастую не только к ошибочному вводу значений отдельных данных и к задержкам их ввода, но и к целенаправленным искажениям замеренных значений, если последние не устраивают операторов. Достаточно простым и недорогим исключением ручного ввода данных в разрабатываемую систему может являться установка на этих агрегатах электронных регистраторов на десятки аналоговых и дискретных входных сигналов, которые переводят эти сигналы в цифровую форму и по OPC-протоколу передают их в информационную платформу.

Система расчета материального баланса

Целью построения системы является получение достаточно точных оценок материального баланса по отдельным технологическим агрегатам, по различным переделам производства, по производству в целом за разные интервалы времени от суток до месяца. Побочными, но не менее важными, результатами работы системы являются обнаружение материальных потерь и мест их возникновения, а также выделение неточных и неисправных датчиков расходов материальных потоков на производстве.

Система состоит из трех равнозначных компонентов.

1) Совокупность расходомеров на материальных потоках сырьевых компонентов, различных полуфабрикатов, всех видов готовой продукции по всем возможным транспортным путям между всеми сырьевыми источниками, агрегатами, складами, резервуарами, линиями отгрузки продукции.

2) Информационная база учета всех измеряемых и вычисляемых расходов потоков за различные заданные интервалы времени.

3) Программный комплекс расчета баланса по имеющимся учетным данным. Последний выпускается рядом фирм с близкими, используемыми в нем алгоритмами вычисления.

Достаточно грамотно построенная информационная платформа MES уже должна содержать два первых компонента, что облегчает и упрощает создание рассматриваемой системы. При этом учет расхода отдельного материального потока по определенному пути по времени за заданный интервал времени может автоматически определяться различными путями:

- непосредственным текущим измерением потока расходомером и суммированием его показаний за заданное время;
- вычислением учета расхода одного из потоков транспортного узла за заданное время по алгебраиче-

скому суммированию учетных значений измеряемых всех остальных потоков этого узла за это время;

- определением разницы объемов (массы) продуктов в складах (резервуарах) за заданное время из-за передачи продуктов по каким-либо транспортным путям из одних складов (резервуаров) в другие.

Если все перетоки материальных потоков охвачены подобным автоматическим учетом, то информационная база имеет все необходимые исходные данные для автоматизированного расчета материального баланса. При этом, чем меньше погрешность используемых расходомеров и чем больше имеется автоматизированных путей проверки и резервирования показаний отдельных расходомеров, тем точнее получаемый результат оценки баланса.

В то же время, если потоки по отдельным используемым транспортным линиям не контролируются никакими из указанных методов, а либо оцениваются вручную, либо принимаются условно по каким-либо средним показателям, то получаемый в результате расчета баланс вполне может быть недостаточно точным или даже недостоверным. Кстати, при ручных способах оценки отдельных потоков недостоверность данных может иметь и чисто политическое (выгодное персоналу) направление.

К сожалению, на предприятиях под системой материального баланса часто понимают только третью компоненту системы: приобретение и внедрение соответствующего пакета программ расчета баланса. Не проводится необходимое предварительное обследование производства по наличию минимально необходимых для автоматического сведения баланса информационных расчетной и учетной БД, а два первых компонента системы расчета баланса (приобретение недостающих приборов и выполнение работ по совершенствованию и расширению учетной информационной базы до необходимой кондиции) разрабатываются и реализуются не в полном объеме. Соответственно, построенная система получается ущербной, она не может достаточно рационально использовать приобретенный пакет программ, что снижает эффективность его функционирования, вносит некоторую долю произвола в результат расчета, мешает проводить полноценный анализ мест возникновения потерь и проверку точности показаний расходомеров.

Лабораторная информационно-управляющая система

Целями автоматизации лабораторных работ, реализуемых информационно-управляющей системой (ЛИМС), являются повышение точности анализов отобранных на производстве образцов, ускорение процесса проведения лабораторных анализов образцов, планирование и осуществление мониторинга работ по анализу образцов, автоматизация калибровки лабораторного оборудования. Ряд зарубежных и отечественных фирм выпускают пакеты ЛИМС, которые используются в лабораториях отечественных предприятий. Однако следует иметь в виду, что ряд

функций лабораторного анализа качества материальных потоков выходят за рамки программных пакетов ЛИМС любых разработчиков, но автоматизация которых не менее важна, а пренебрежение которыми сказывается на декларируемых целях и уменьшает эффективность использования ЛИМС.

1) Особое значение для правильного использования проведенных лабораторных анализов по рациональной корректировке режимов ТП имеет точная фиксация момента времени взятия (отбора) образцов для анализа. В действительности ЛИМС фиксирует момент приезда лабораторного транспорта за образцом к месту его отбора из транспортной линии, но далеко не всегда этот момент совпадает с моментом реального взятия образца. Зачастую необходимое взятие образца проводят сами операторы ТП из-за значительного запаздывания лабораторного транспорта, собирающего образцы по производству (хотя формально это может быть незаконно); при этом, если они видят по режимным показателям, что качество может не соответствовать нормативам, они произвольно сдвигают момент взятия образца, естественно не фиксируя это нарушение и тем самым нарушая объективность и точность получаемого анализа. Целесообразно при совершенствовании работы лаборатории не ограничиться внедрением ЛИМС, но хотя бы в наиболее ответственных местах отбора образцов материальных потоков установить автоматические пробоотборники, запрограммированные на требуемые моменты их отбора. Подобная практика почти повсеместно отсутствует.

2) Важным является использование в ЛИМС ГОСТ Р 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта». Использование контрольных карт Шухарта позволяет проводить текущий внутрилабораторный контроль точности анализаторов. Карты имеют ряд вариантов построения, в простейшем случае представляя собою график изменения во времени точностной характеристики прибора, определяемой периодической проверкой прибора измерением им контрольного образца.

Кроме того, карты Шухарта позволяют анализировать стабильность ТП, отвечающего за качество анализируемой продукции, фиксируя график изменения определенного измеряемого показателя качества во времени и тем самым оперативно определяя моменты необходимой корректировки процесса. При контроле качества продукции по картам Шухарта можно указать технологические, пороговые границы, превышение которых текущим значением показателя приводит к сигнализации о необходимости определенных управляющих воздействий на ход производства. Данное применение карт Шухарта может быть полезным технологом, разрабатывающим и корректирующим режимы ТП. Однако в большей части внедренных ЛИМС использование карт Шухарта для технологических нужд не проводится, а результаты их использования по анализу стабильности режимов работы

агрегатов (если они даже имеются) не выходят за пределы лаборатории.

3) Анализируемые лабораторией образцы подразделяются на плановые и внеплановые, но с точки зрения влияния результатов лабораторных анализов на коррекцию хода производства целесообразно также их подразделение по приоритетам, определяемым требуемой скоростью выдачи результатов их анализа в соответствующие участки производства. Важной задачей является автоматизированное составление графика работы лаборатории на ближайшую смену, учитывающего число всех подлежащих анализу образцов, время их отбора, приоритетность анализа отдельных образцов, число и характеристики отдельных лабораторных приборов разных классов, на которых могут анализироваться образцы. Ручное составление такого графика тем сложнее, чем больше образцов подлежит анализу, чем больше очереди образцов на анализ к отдельным приборам, чем разнообразнее требования к точности анализа отдельных образцов и времени получения результатов анализа. К сожалению, внедряемые на предприятиях ЛИМС не имеют соответствующего программного модуля автоматического составления рационального графика работы лаборатории.

Система технического обслуживания и ремонтов оборудования

Система технического обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР) или близкая ей по функциям ЕАМ-система (Enterprise Asset Management – управление основными фондами предприятия) информационно должна базироваться на создаваемых электронных паспортах всех единиц оборудования и автоматизировать ряд функций отделов и цехов главных механиков и главных энергетиков, а также службы КИПиА. Основные ее задачи: статистический анализ работы оборудования за разные интервалы времени; слежение за загрузкой специалистов ремонтных подразделений; поддержка решаемых диспетчерами задач планирования ремонтов, разработки графиков их проведения, формирования наряд-заказов; составление плана закупки (изготовления) запасных частей и слежение за их хранением и использованием; финансовый анализ стоимости обслуживания оборудования за разные интервалы времени. Системы ТОиР, состоящие из отдельных программных модулей, выпускаются рядом фирм как самостоятельные продукты, а также входят составной частью в ряд производимых ERP-систем.

Ниже выделены часто наблюдаемые недоработки в области автоматизации отделов и цехов обслуживания оборудования как связанные с неполным внедрением модулей систем ТОиР, так и с используемыми в них исходными данными. Эти недоработки значительно сказываются на эффективности автоматизации обслуживания оборудования предприятия.

1) Создание электронных паспортов оборудования является трудоемкой, объемной работой и зачастую

предприятие пренебрегает их разработкой, а внедрение системы ТОиР производится без этого компонента с использованием имеющихся бумажных паспортов и документальных материалов об эксплуатации отдельных единиц оборудования.

Такое построение системы ТОиР значительно ограничивает ее функциональный состав и сказывается на глубине анализа работоспособности отдельных единиц оборудования. В частности, затрудняется рассмотрение паспортов всех единиц оборудования с иерархической детализацией каждой единицы оборудования на самостоятельные узлы, составляющие их компоненты, отдельные детали компонентов, с соответствующими чертежами и схемами. Резко возрастают пропуски и ошибки при отслеживании всех изменений в паспортах по наработке оборудования, по его перемещениям по производству, по описанию проведенных ремонтов. Возрастает трудоемкость анализа истории приобретения, внедрения, функционирования, изменения мест расположения, отказов, ремонтов, текущего состояния каждой единицы оборудования. Увеличивается загрузка персонала рутинными функциями документирования всех работ с отдельными единицами оборудования.

2) Эффективность работы системы ТОиР в значительной степени зависит от тех исходных данных, по которым составляются планы и графики планово-предупредительных ремонтов (ППР) отдельных единиц оборудования. Существуют три основных варианта исходных данных для формирования ППР оборудования, которые принципиально могут использоваться в ТОиР:

- через заданные интервалы времени, независимо от его реальной наработки;
- через заданное время наработки оборудования;
- по мониторингу текущего фактического состояния оборудования.

Использование последнего, третьего варианта обслуживания оборудования позволяет (по зарубежным литературным данным) существенно уменьшить число аварий, на 3...12 % снизить вероятность выхода оборудования из строя и примерно на столько же увеличить срок его службы. В целом стоимость технического обслуживания оборудования снижается при этом примерно до 50 %.

Естественно, что с точки зрения получения наибольшего экономического эффекта формирование ППР должно базироваться на мониторинге текущего состояния оборудования и прогнозе развития обнаруженных в нем отдельных дефектов. Ввиду этого рациональная автоматизация всех служб обслуживания и ремонтов оборудования должна состоять из двух компонентов: систем мониторинга и прогнозирования исправности основных единиц оборудования, которые оценивают рекомендуемые сроки их ППР; программного модуля системы ТОиР по разработке на базе этих рекомендаций графика проведения ППР.

В настоящее время более десятка зарубежных и российских фирм выпускают основанные на различ-

ных методах системы мониторинга текущего состояния оборудования различных классов. Во многие системы мониторинга встроены различные алгоритмы прогноза развития обнаруженных дефектов (методами экстраполяции, аппроксимации, сплайна); кроме того, рядом фирм предлагаются способы анализа и прогноза состояния оборудования на базе моделирования его работы, наблюдения за изменением его рабочих характеристик, экспертных оценок обслуживающего персонала и т. д.

К сожалению, имеющиеся на многих предприятиях системы мониторинга текущего состояния оборудования не охватывают контролем большинство даже самых ответственных единиц оборудования, выдаваемые ими анализ и прогноз состояния оборудования далеко не в полной мере используются службами обслуживания оборудования, а главное, их наличие не приводит к переводу формирования ППР по текущему фактическому состоянию оборудования.

Система диспетчерского контроля и управления электроресурсами

Автоматизированная система оперативного диспетчерского управления электроресурсами (АСОДУ электроресурсами) как часть MES системы не касается коммерческого учета электроэнергии, а должна охватывать следующий комплекс функций:

- контроль, учет и планирование потребления электроресурсов по отдельным подстанциям внутри предприятия и по отдельным технологическим агрегатам и производственным участкам;
- текущий мониторинг и диагностика оборудования подстанций и электрических сетей;
- диспетчерское автоматизированное управление работой подстанций.

Обычно эту систему проектируют либо фирмы, специализирующиеся на автоматизации различных электрообъектов, либо проектные институты соответствующих отраслей.

Основные распространенные недоработки внедренных на предприятиях АСОДУ электроресурсами касаются далеко неполного выполнения ими перечисленных функций.

1) На многих предприятиях учет потребляемой производством электроэнергии проводится только по подстанциям, что достаточно, если каждая подстанция закреплена за отдельным агрегатом и отдельным производственным участком. В то же время значительно чаще отдельные подстанции снабжают электроэнергией ряд агрегатов или некоторые блоки нескольких технологических агрегатов, в то время как другие блоки этих же агрегатов питаются электроэнергией от других подстанций. В этом случае учет электроэнергии в целом по подстанциям без учета потребления электроэнергии по отдельным блокам агрегатов не позволяет определять поагрегатный расход электроэнергии, который необходим для расчета удельного расхода электроэнергии на вырабатываемую агрегатом продукцию и принятия мер по ее экономии.

Как только вас посетают мысли - записывайте их.

Непрошенные мысли, как правило, оказываются самыми ценными.

Фрэнсис Бэкон

2) Ряд заказчиков и разработчиков системы считает, что она в основном является системой учета без полномасштабной реализации функций текущего мониторинга работы оборудования подстанций и дистанционного, автоматизированного управления ими. Это исключает прогнозирование различных неисправностей оборудования подстанций и ведет к остановкам отдельных единиц оборудования на производстве из-за задержек в переключении питания на другие подстанции при потере напряжения или кратковременном его снижении. Все это существенно снижает эффективность работы системы.

3) Почти повсеместно не проводится расчет баланса электроэнергии по предприятию и по его отдельным производственным подразделениям, а следовательно, не выявляются ее потери и места их возникновения, не определяются в режиме РВ неточные и неисправные приборы измерения электроэнергии.

4) Экономически важной функцией является решение задачи оптимального прогноза на очередной плановый период электропотребления предприятием на базе существующих нормативов, измеряемых текущих расходов электроэнергии на отдельных производственных участках, заданных прогнозных значений плана производства предприятия (спроса на его продукцию). Результаты прогноза должны быть основанием обоснованного выбора поставщиков электроресурса и заключения контрактов на поставку электроэнергии. К сожалению, эта задача не решается в построенных АСОДУ электроэнергии.

Система диспетчерского контроля и управления теплоресурсами

Основными целями автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления теплоресурсами (АСОДУ теплоресурсами) являются упорядочивание учета их производства и потребления отдельными подразделениями предприятия и снижение их расхода для уменьшения себестоимости выпускаемой продукции. Она реализует автоматизацию контроля, учета и управления производством и потреблением отдельных видов теплоресурсов по технологическим агрегатам, участкам, цехам и по производству в целом. Под тепловыми ресурсами на предприятиях обычно понимают различные носители тепловой энергии:

- закупаемые предприятием природный газ, нефть, мазут и т. д.;
- вырабатываемые технологическими агрегатами предприятия различные виды топлива;
- производимые в котельных предприятия пар и горячую воду.

К тепловым ресурсам на многих предприятиях химико-технологического класса принято также относить:

- вырабатываемые компрессорами технические газы: сжатый воздух и азот;
- циркулирующую на производстве оборотную воду.

Следует отметить, что общая задача экономии энергоресурсов на производстве на многих предприятиях химико-технологического класса больше относится к теплоресурсам, чем к электроресурсам, поскольку они играют основную роль в сложившейся структуре производственного потребления энергии. В то же время построение АСОДУ теплоресурсами на предприятиях значительно отстает от внедряемых АСОДУ электроресурсов, поскольку учету и управлению теплоресурсами уделяется непропорционально малое внимание. Разработкой АСОДУ теплоресурсов большей частью занимается проектная организация соответствующей отрасли промышленности.

Недостатки разрабатываемых АСОДУ теплоресурсов во многом сродни отмеченным недоработкам эксплуатируемых АСОДУ электроресурсов, но имеют и специфические особенности, что следует из их приведенного ниже рассмотрения.

1) Первостепенным по важности вопросом является выбор числа и расположения мест учета производства и потребления каждого вида теплоресурса. В большинстве внедряемых систем отсутствуют основополагающие принципы этого выбора и он достаточно хаотичен и мало обоснован, что не позволяет рационально использовать имеющиеся на отдельных участках производства измерения отдельных видов теплоресурсов для эффективного оперативного управления ими.

Целесообразно выбирать места расположения контроля и учета каждого вида теплоресурса на производстве из следующих конкретных установок:

- автоматический оперативный учет каждого теплоресурса должен иметься у всех его производителей, преобразующих один вид ресурса в другой (например, топливный газ в пар) на входе (потребляемый ресурс) и на выходе (производимый продукт), чтобы персонал мог знать текущий удельный расход входного ресурса на производимый продукт;
- автоматический оперативный учет каждого теплоресурса должен быть у всех его отдельных потребителей, которые имеют управляющие органы, позволяющие регулировать потребляемый расход теплоресурса (при условии, что возможное изменение расхода является значимой величиной);
- автоматический оперативный учет каждого теплоресурса нецелесообразно иметь у его потребителей, которые либо не имеют средств текущего воздействия на его расход, либо никак не заинтересованы в экономии расхода данного теплоресурса, либо используемый ими теплоресурс является недостаточно значимой величиной.

2) Зачастую построенные АСОДУ теплоресурсов достаточно жестко привязаны к существующему состоянию производства и любое его изменение, требующее расширения внедренной системы добавлением новых узлов контроля и учета отдельных видов теплоресурсов, включением в систему новых видов теплоресурсов, увеличения числа связанных с системой сторонних систем и числа пользователей приводит к существенной перестройке структуры системы, ее технических средств и ПО. Необходимо при разработке технических требований на систему и ее проектировании учитывать возможные модернизации, изменения, вывод из эксплуатации отдельных агрегатов и построение новых, для чего использовать модульное, масштабируемое построение системы, позволяющее поэтапное построение и развитие системы.

3) Отдельно следует отметить широко распространенную ситуацию, когда при проектировании новых и модернизации действующих АСУТП в них не закладываются специальные узлы контроля и учета отдельных видов теплоресурсов на автоматизируемом агрегате, и оператор не получает оперативные данные об их потреблении на управляемом им объекте. В разрабатываемых АСУТП должны быть предусмотрены расходомеры отдельных видов теплоресурсов, а контроллеры, использующие их измерения, должны быть оснащены программами типового учета теплоресурсов по стандартизированным методикам:

- программами—корректорами, проводящими пересчет замеренного объема теплоресурса на нормированный объем при давлении 760 мм рт. ст. (для учета производства и потребления технических газов и жидкостей);
- программами—тепловычислителями, определяющими массу теплоносителя и количество в нем тепловой энергии в Гкал (для учета закупаемых теплоносителей и производимых и потребляемых пара и горячей воды).

4) В проектируемых и внедренных АСОДУ теплоресурсами повсеместно отсутствуют функции расчета баланса по отдельным видам теплоресурсов, не реализованы функции определения потерь теплоресурсов и мест их возникновения (например, автоматического определения мест утечек пара и горячей воды в трубопроводах), отсутствует автоматизация выделения неточных и неисправных узлов учета, не автоматизирован расчет производственных планов потребления различных видов теплоресурсов в годовом и месячном интервалах на базе реального анализа их потребления технологическими агрегатами и участками производства.

Система календарного планирования производства

Задачи автоматизации календарного планирования производством приобретают все более важное значение, поскольку при ориентации предприятия на своевременную реализацию поступающих оперативно заказов на отдельные виды его продукции,

происходят достаточно частые (до десятка в месяц) корректировки принятого заблаговременно объемного месячного плана. Каждый пересмотр календарного плана по отдельным переделам производства является достаточно сложным и трудоемким процессом, занимающим значительное время у руководства предприятия и его основных производственных служб. Существует ряд методов автоматизированного выбора рационального календарного плана, основанных на использовании математических моделей всех текущих и возможных состояний переделов производства: ТП, транспортных линий, складов, графиков получения сырья и отгрузки продукции. Эти методы реализуются в виде программных пакетов рядом зарубежных фирм и достаточно широко используются (судя по литературным источникам) на крупных зарубежных предприятиях рассматриваемого класса, но автору неизвестно их применение на российских предприятиях, поэтому недостатки их построения здесь не рассматриваются.

Организационные особенности построения и функционирования MES

Рациональное построение и эффективная эксплуатация всех систем автоматизации, входящих в комплекс под наименованием MES, на любом предприятии невозможны без ряда организационных и административных мероприятий, которые обязательно должны сопровождать их разработку, внедрение и функционирование. Это обусловлено тем, что все системы непосредственно не изменяют режим работы производства и его переделов, а вырабатывают необходимые данные для рационального управления персоналу производственных служб. При заказе, проектировании, внедрении и функционировании отдельных систем рассматриваемого комплекса на большинстве предприятий наблюдается следующая картина:

- заказчик систем не представляет всех особенностей их использования персоналом производственных служб и поэтому не формирует достаточно конкретных заданий на их разработку, не запрашивает разработчика о способах их использования разными службами производства, не проводит специальные организационные и административные мероприятия при их внедрении;
- разработчики систем не уделяют достаточного внимания их рациональному использованию персоналом производства, довольствуясь внедрением технических средств и программных пакетов систем по имеющимся неполным и недостаточно конкретным техническим требованиям.

Ниже приведены основные организационные и административные мероприятия предприятия, реализующего систему класса MES, которые должны компенсировать наблюдаемые повсеместно недоработки, существенно сказывающиеся на эффективности функционирования всех систем, входящих в комплекс под наименованием MES.

1) При формировании требований на отдельные системы заказчик должен учесть, что большинство систем комплекса MES являются надстройкой над системами автоматизации отдельных участков производства: ТП, складами, транспортными линиями и т. п. Отсутствие таких систем нижнего уровня, их неполноценность, моральная и физическая изношенность, недостаточная точность не позволяют в полной мере реализовать эффективную MES. Ввиду этого заказчик должен поручить разработчику на начальном этапе проектирования каждой системы комплекса MES обследовать производство; выявить все пробелы систем нижнего уровня, влияющие на работу проектируемой системы; разработать технические требования на необходимую доработку систем нижнего уровня. Эти технические требования, если и не смогут быть выполнены своевременно, то явятся конкретным документом дальнейшего развития и совершенствования автоматизации производства.

2) Перед внедрением каждой системы руководство предприятия заказчика должно поручить разработчику проведение подробного разъяснения всем производственным службам принципиальных возможностей разрабатываемой системы, а отдельным службам предприятия на основе полученных сведений формулирование пожеланий к содержанию и форме выдачи необходимых им результатов работы системы. Эта работа должна создать взаимопонимание разработчика и пользователя проектируемой системы.

3) При внедрении каждой системы заказчик должен пересмотреть и скорректировать должностные инструкции и систему мотивации служб производства, использующих результаты работы MES, и привести их в соответствие с изменившимися условиями и формами работы. Пренебрежение этими корректировками значительно затрудняет полномасштабное использование персоналом производства результатов работы системы из-за его естественного консерватизма.

4) При эксплуатации каждой системы руководству предприятия необходимо периодически организовывать аудит работы системы и полноценного и качественного использования ее результатов службами производства. Отсутствие периодических проверок ведет к постепенной деградации как самой системы, так и полноты ее использования. В то же время результатом аудита могут являться указания по модернизации системы и коррекции административных мер по ее применению.

Вместо заключения

Ниже приводятся несколько примеров достаточно типичных отзывов руководителей отдельных служб производства на использование ими эксплуатируемых предприятием компонентов MES.

*Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН.
Контактный телефон (495) 334-90-21.*

Интервью с начальником производственного департамента предприятия.

Вопрос: Как Вы применяете в работе внедренную у вас информационную систему учета работы производства?

Ответ: Смотрю сменные показатели работы цехов «план-факт» и из любопытства просматриваю текущую работу агрегатов по мнемосхемам операторов ТП, которые копирует система.

Вопрос: Разве это вся информация, необходимая Вам для управления производством?

Ответ: Нет, конечно. Большинство необходимых сведений я получаю от диспетчеров, лаборатории, разных производственных служб и от цехов по телефону и по корпоративной сети предприятия, к которой подсоединены все подразделения.

Комментарий: Следует отметить, что формально внедрение информационной платформы MES завершено, и она принята предприятием в промышленную эксплуатацию.

Интервью с главным энергетиком предприятия.

Вопрос: Довольны ли Вы внедренной на предприятии АСОДУ электроэнергией?

Ответ: Система работает хорошо, она выдает на пульт диспетчера электроресурсов часовые, сменные и суточные расходы электроэнергии по всем подстанциям и большинству агрегатов и участков производства. У нее только отсутствует мониторинг работы подстанций.

Вопрос: А какие подразделения предприятия и когда получают учетные результаты системы, имеют ли они оперативные учетные данные в процессе работы?

Ответ: Раз в месяц суммарные сведения по расходу электроэнергии выдаются каждому цеху и в плановый отдел предприятия. Принципиально можно было бы оперативно передавать часовые расходы электроэнергии по агрегатам на пульта операторов, но это не реализовано, так как никто этого не требовал, и поэтому в техническом задании на систему оперативные ее связи с агрегатами и переделами не были заложены.

Комментарий: Следовательно, у операторов нет оперативных данных о расходе электроэнергии на их участках, по которым следовало бы принимать управляющие решения по ее экономии. Эффективное использование учетных функций системы практически не реализовано.

Список литературы

1. Ицкович Э. Л. Типичные недостатки технических заданий и проектов на создание АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2011. №2.
2. Ицкович Э. Л. Типичные недостатки внедрения и эксплуатации АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2012. №1.