

**Особенности создания
MES-системы
химико-технологическим
производством
непрерывного типа**

**Проф., д.т.н. Э.Л. Ицкович,
зав. лабораторией
методов автоматизации производства.
Института проблем управления (ИПУ РАН)
им. В.А.Трапезникова
Российской Академии наук.**

I.

MES-системы

химико-технологического производства

непрерывного типа и

особенности их состава

Некоторые рекламируемые на российском рынке MES-системы для химико- технологических предприятий

1. **"PI System"** фирмы OSI.
2. **"Business FLEX"** фирмы Honeywell.
3. **"Simatic IT"** фирмы Siemens.
4. **"Wonderware Factelligence"** фирмы Wonderware.
5. **"T-Factory"** фирмы Adastra.
6. **"HYDRA"** фирмы MPDV.
7. **"СКАТ"** фирмы ТоксСофт.

Использование пакетов MES-систем на российских предприятиях химико-технологического типа

Число внедренных MES-систем порядка нескольких сотен.

Общая временная последовательность внедрения систем автоматизации на предприятиях:

- 1 этап – различные АСУ ТП,
- 2 этап – ERP-система,
- 3 этап - MES-система.

Недостатки большинства внедренных MES-систем:

- отсутствуют функции автоматизации управления производством (АСОДУ, ТОиР),
- нет полной оперативной информации о работе всего производства,
- недостаточен оперативный мониторинг качественных показателей,
- отсутствует (или слабо развит) экологический контроль,
- достоверность части собираемых данных сомнительна,
- расчет оперативных сводных показателей не полный,
- связь с имеющимися другими системами автоматизации производства недостаточна,
- эффективность работы MES-системы не проверялась.

Отличия состава функций MES-систем от принятых ассоциацией MESA в 2004г.

Функция ассоциации MESA 2.Оперативное (календарное) планирование производства.

Функция снята в 2004 г. из-за появления APS.

Пакеты APS есть для малого числа узких классов производств. Нет достаточно общих пакетов компьютерной поддержки решений диспетчера по календарному планированию.

Функция ассоциации MESA 4.Управление документацией.

Функция снята в 2004 г. из-за распространения Docflow.

Пакеты Docflow обладают многими лишними для MES функциями и достаточно дороги. Можно использовать существенно более дешевые и простые варианты документирования в пакетах SCADA и MES.

Функция ассоциации MESA 6.Управление персоналом.

Функция на уровне MES не требуется для данного класса производств, она реализуется в ERP-системе.

Функция ассоциации MESA 9.Управление ремонтами оборудования.

Функция снята в 2004 г. из-за распространения EAM

Экономически целесообразно задачи ТОиР решать в MES-системе, с учетом решения прочих задач EAM в ERP системе.

Типовые компоненты MES-системы

на химико-технологическом производстве

■ БАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

- информационная платформа,
- формирование документов,
- оперативная связь пользователей с системой (ЧМИ).

■ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Контроль и учет работы всех производственных показателей

- балансировка измеряемых данных,
- контроль и учет материальных, энергетических, качественных, экологических показателей.

Календарное планирование и управление производством (АСОДУ)

- оценка текущего состояния производства,
- статическая модель производства при разных видах сырья, режимах работы установок, имеющихся ограничениях,
- компьютерная поддержка составления календарного плана и оперативного управления производством.

Планирование и управление ремонтами оборудования (ТОиР)

- оценки текущего состояния отдельных единиц оборудования,
- паспортная база оборудования и типовых видов его ремонтов,
- компьютерная поддержка составления календарного плана и графика ремонтов оборудования.

II.

Особенности функциональных модулей MES-системы химико-технологического производства непрерывного типа

Модуль балансировки измеряемых величин-I

1. Назначение:

Сведение баланса по цехам и производству в целом, корректировка и согласование измерений в отдельных точках производства с учетом точности приборов, погрешностей калибровки и методов измерения, своевременности ручных анализов и т. п..

2. Задачи балансировки:

- сведение балансов различного типа: массовых, объемных, компонентных, качественных, энергетических;
- обнаружение и фиксация источников не измеряемых потерь;
- выявление неисправных измерительных средств;
- определение не измеряемых поточными приборами данных путем их виртуальной оценки.

Модуль балансировки измеряемых величин-II

3. Ограничения алгоритма балансировки:

- есть отдельные величины, корректировка которых запрещена,
- корректировка показаний исправных датчиков возможна в пределах диапазона их точности и точности метода измерений.

4. Преобладающий алгоритм решения задачи: квадратичное программирование.

5. Способ проведения балансировки:

пошаговый, интерактивный процесс с участием экономистов и персонала службы КИП.

Модули контроля и учета показателей производства

1. Определяются все показатели в масштабах производства и его отдельных участков.
2. Проводится коммерческий и технический учет.
3. Соотносится потребление отдельных энергоресурсов с выпускаемой продукцией и с установленными нормативами для разных участков производства.
4. Проводится сертификация выпускаемой продукции.
5. Фиксируются нештатные снижения сортности и появления брака и выявляются места их обнаружения.
6. Непрерывно контролируются факторы загрязнения окружающей среды (выбросы в атмосферу, почву, водоемы) и соблюдение нормативов допустимых выбросов.
7. Определяются компоненты загрязнений и их источники.
5. Специальными статистическими методами прогнозируются промышленные выбросы для их предупреждения и определяются возможные границы их распространения.

Модуль диспетчерской оценки текущего состояния производства

- 1. Сопоставление «план-факт» по всем ключевым материальным, энергетическим, качественным, экологическим показателям.**
- 2. Фиксация участков, в которых выявлено нарушение плановых показателей, и диагностирование их причин.**
- 3. Расчет текущих технико-экономических показателей по отдельным участкам производства типа КПД, удельных расходов и т. п.**
- 4. Оперативная сигнализация о появлении любых нештатных и аварийных ситуаций.**
- 5. Тренды ключевых показателей и сравнительный анализ текущего состояния производства с предыдущими периодами.**
- 6. Информация о текущем состоянии оборудования и календарном плане его остановок на ППР.**

Модуль построения статической модели производства для компьютерной поддержки диспетчерских решений

- 1. Каждая модель агрегата определяется статическими связями «вход-выход», зависящими от характеристик входных потоков и заданного режима (таблица характеристик входов, режимов, производительности по разным выходным потокам).**
- 2. Статические модели агрегатов определяются и корректируются статистически в соответствующих АСУ ТП.**
- 3. Каждая модель транспортной линии определяется заданным диапазоном расхода материального потока по ней.**
- 4. Каждая модель транспортного узла определяется совокупностью положения кранов (задвижек).**
- 5. Каждая модель резервуара (склада) определяется его объемной и/или весовой емкостью.**
- 6. Общая модель производства собирается из моделей отдельных объектов согласно конкретной схеме производства.**

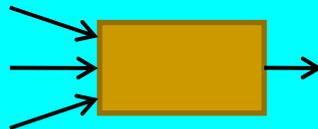
Элементы модуля построения модели производства



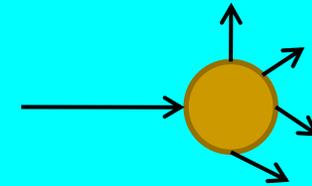
транспортная линия



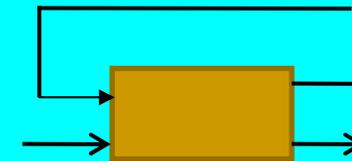
однопродуктовый агрегат



агрегат смешения



транспортный узел



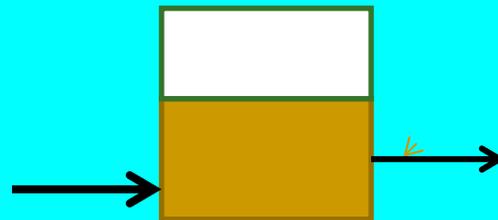
однопродуктовый агрегат с рециклом



агрегат разделения



агрегат разделения с рециклом



емкость

СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Компьютерная поддержка составления календарного плана и оперативного управления производством-I

Планирование на модели производства .

1.Прямой интерактивный расчет разных вариантов календарного плана:

-соответствующих заданному объемному плану, имеющимся сырьевым ресурсам, полуфабрикатам, запасам продукции, графику ремонтов оборудования;

-отличающихся режимами работы агрегатов, их производительностью, последовательностью выпуска разных продуктов,

-учитывающих имеющиеся производственные ограничения

2.Сопоставление рассчитанных вариантов по заданным показателям и выбор из них наилучшего варианта.

3.Любое незапланированное изменение состояния производства приводит к коррекции ограничений модели и к аналогичной последовательности действий.

Компьютерная поддержка составления календарного плана и оперативного управления-II

Составление графика выполнения заказов путем использования диаграммы Ганта.

1.Прямой интерактивный расчет графика:

-соответствующего заданному плану выпуска продуктов, имеющимся ресурсам, состоянию оборудования, графику отгрузки готовой продукции;

-учитывающего принятые производственные ограничения и заданный критерий рациональности графика;

-при фиксированных режимах работы агрегатов, их производительности, последовательности выпуска продуктов.

2.Сопоставление вариантов графика при изменении заданных режимов работы агрегатов, их производительности, последовательности выпуска продуктов и выбор из них наилучшего варианта.

3.Коррекция графика при изменениях состояния производства.

Модуль ведения информационных массивов диспетчерских служб ТООиР

- 1. Паспорта единиц оборудования с детализацией.
Размещение единиц оборудования по производству, их
чертежи и схемы. Отслеживание изменений паспортов в
процессе эксплуатации оборудования.**
- 2. Истории функционирования единиц оборудования и
статистический анализ их работы. Учет неисправностей и
ремонтов.**
- 3. Наличие комплектующих и запасных частей, их
размещение на складах, использование и пополнение.**
- 4. Описание типовых ремонтов единиц оборудования.
Состав специалистов, запасных частей, материалов,
необходимых для проведения каждого типового ремонта.**
- 5. Сведения о ремонтном персонале, специализации и
квалификации отдельных работников.**

Модуль оценки текущего состояния оборудования

1. Способы оценки параметров оборудования:

- специально включенными в АСУ ТП датчиками;
- использованием оборудования с встроенными датчиками;
- наличием оборудования с функциями самодиагностики отдельных его характеристик;
- косвенно по результатам работы оборудования;
- построением математической модели работы оборудования.

2. Способы преобразования полученных оценок параметров в показатели состояния:

- фильтрация и сравнение с нормативом;
- скользящие статистические характеристики;
- тренды, производные, сопоставления за разные интервалы времени.

График изменения оценки показателя текущего состояния оборудования во времени

Значение показателя
состояния оборудования

Зона возможных отказов

Зона проведения ППР

Зона развития износа

Зона без значимого износа

Сигнал
диспетчеру

Момент

время

проведения ППР

Прогноз кривых показателей износа методами экстраполяции или аппроксимации, или сплайна для оценки интервала времени вхождения значения показателей в зону проведения ППР

Компьютерная поддержка составления календарного плана и графика ремонта оборудования

1. Исходные данные для составления плана ППР:

- число и наименование единиц оборудования, подлежащих ППР в планируемом интервале времени,
- типовой вид ППР каждой единицы оборудования,
- приоритет ремонта каждой единицы оборудования.

2. Ограничения, учитываемые при составлении плана ППР:

- равномерная загрузка ремонтного персонала,
- временные запрещения ремонта определенных единиц,
- невозможность отложить любой ППР на более поздний срок.

3. Составление плана и графика ППР путем использования диаграммы Ганта:

- прямой интерактивный расчет вариантов с учетом ограничений и заданного критерия рациональности,
- перебор вариантов условий планирования и выбор наилучшего варианта календарного плана и графика ППР.

III.

**Особенности разработки и внедрения
MES-системы**

на химико-технологическом производстве

Требования к анализу текущего состояния автоматизации производства

- 1. Выходные показатели имеющихся систем автоматизации производства: АСУ ТП, ТОиР, ЛИМС, АСОДУ, АСОДУЭ и т.д.**
- 2. Наименования и характеристики существующих SCADA-программ и систем документооборота.**
- 3. Информационные связи с производством действующих систем автоматизации бизнес процессов и/или ERP-системы.**
- 4. Существующие методы работы и взаимосвязи диспетчеров производства и обслуживания оборудования.**
- 5. Используемая оперативная информация различными службами предприятия.**
- 6. Применяемые формы сообщений и протоколов взаимосвязи систем друг с другом и с внешними средствами.**
- 7. Наличие нормативной базы оборудования и его паспортизации**

Требования к программным средствам MES-системы

- необходимый состав функций MES-системы, требования к содержанию отдельных функций;
- перечень источников информации, ее состав, частота ее поступления в систему;
- состав, частота, формы выдачи данных пользователям
- требования к отдельным программным модулям, к открытости модулей и к их взаимосвязям;
- число и характеристики необходимых баз данных, содержание и формы размещаемой в них информации;
- языки и формы сообщений, протоколы связи с имеющимися системами автоматизации разных уровней;
- защита от несанкционированного доступа к информации;
- использование электронных подписей документов.

Требования к техническим средствам MES-системы

- предпочтительная структура MES-системы:
клиент-серверная или смесь клиент-серверной структуры с WEB-структурой;
- необходимая мультисерверность MES-системы:
наличие серверов текущих и исторических данных,
различных приложений, паспортов и нормативов,
WEB-сервера;
- требуемое число и характеристики рабочих станций
пользователей MES-системы (реализация части станций
в виде тонких клиентов);
- рекомендуемые сети связи технических средств
MES-системы друг с другом и с посторонними средствами
(собственная сеть, корпоративная сеть предприятия,
сотовая связь, Интранет/Интернет).

Требования к построению и внедрению MES-системы

- 1. Непосредственное участие руководства предприятия в создании MES-системы.**
- 2. Разработка новых должностных инструкций для пользователей MES-системы и для персонала, отвечающего за ввод в нее информации.**
- 3. Поэтапное внедрение MES-системы по внедряемым функциям и по охвату производства с проверкой эффективности каждого этапа после его внедрения.**
- 4. Постепенное расширение мониторинга текущего состояния наиболее ответственных единиц оборудования и формирование ППР по его результатам.**
- 5. Создание информационных предпосылок повышения реактивности реакций пользователей MES-системы на любые нештатные ситуации на производстве.**
- 6. Расчет полученного экономического эффекта после внедрения MES-системы.**

Общие замечания по созданию MES-системы

1. Важно минимизировать финансовые затраты на создание MES-системы и гарантировать определенный экономический эффект от ее внедрения.

2. Следует провести конкретный анализ предлагаемых на рынке MES-систем и их отдельных модулей по реализуемым функциям, по открытости, по стоимости, по соответствию требованиям.

3. Для эффективного использования MES-системы должны быть предусмотрены соответствующие материальные мотивации ее пользователей.

4. Полезен периодический аудит работающей MES-системы для оценки ее текущей эффективности и целесообразности дальнейшего развития.

5. Целесообразно предварительное формирование паспортов и нормативной базы оборудования в электронном виде для всей отрасли или холдинга.

Заключение

1.Разработчикам пакетов MES-систем для химико-технологического производства целесообразно уделить внимание:

- совершенствованию модуля сведения балансов;
- разработке достаточно универсальных модулей компьютерной поддержки диспетчерских решений по календарному планированию и оперативному управлению производством.

2.Инжиниринговым фирмам при проектировании и внедрении MES-систем необходимо обратить особое внимание:

- на подтверждаемую эффективность работы каждой подсистемы при очередном этапе внедрения;
- на создание заинтересованности управляющего персонала в использовании MES-системы.

3.Предприятия-заказчики MES-системы должны четко представлять, что:

- без непосредственного участия руководства в создании MES-системы ее эффективное внедрение невозможно;
- разработке ТТ на MES-систему должно предшествовать подробное обследование производства и его резервов в части управления.