

КООРДИНАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

В.Н. Ткаченко, О.С. Волуева (Украина, г. Донецк)

На современном этапе развития автоматизации сложных технологических процессов одной из главных задач является разработка иерархических систем управления. Такие процессы, как непрерывная разливка стали представляют собой сложную взаимосвязь процессов, контролируемых и управляемых отдельными локальными подсистемами, требующими взаимной координации.

Функции рассматриваемой системы разделены на уровни, реализующие решение определенных задач управления (рис.1):

I уровень - Контроль, регулирование и управление локальными объектами. Этот уровень представлен распределенными информационно-измерительными и управляющими подсистемами.

Данный уровень представлен следующими подсистемами (ПС_i):

- 1) Взвешивание промковшей.
- 2) Первичное охлаждение (кристаллизатор). Включает в себя взаимосвязанные блоки, реализующие: регулирование уровня металла в кристаллизаторе, регулирование расхода воды на охлаждение; контроль качества шлакообразующей смеси и ее количества, измерение параметров и управление динамикой качания, измерение распределения температуры по стенкам кристаллизатора, отслеживание прилипания корочки слитка к кристаллизатору и прорывов.

3) Вторичное охлаждение (ЗВО).

4) Регулирование скорости разливки.

5) Мерный рез.

6) Регулирование расхода газа.

Все подсистемы первого уровня непосредственно взаимодействуют с технологическим процессом и решают локальные задачи управления.

II уровень - Анализ контролируемых признаков, выработка координирующих и корректирующих управляющих воздействий. На этом уровне осуществляется координация работы подсистем первого уровня, работа с архивами данных, что позволяет определить тенденцию изменения контролируемых параметров и вовремя предупредить их выход за поставленные границы. Выполняется оптимизация работы всех подсистем первого уровня; обеспечивается требуемая динамика процессов и перестройки параметров; сохранение, обработка и анализ значений контролируемых параметров.

III уровень – Диагностика состояния системы и процесса. Принятие. На основе данных, переданных подсистемами нижних уровней, выполняется анализ и оценка состояния процесса, локальных подсистем и системы в целом, выявляются нештатные ситуации и выполняются алгоритмы их обработки.

В соответствии с принятым разделением функций, принята трехуровневая структура управления (рис.1), базирующаяся на принципах построения традиционных иерархических систем управления [1,2]:

1. Центральный орган управления C_0^0 представляет уровень интеллектуального центра управления, обеспечивает постоянное наблюдение за системой, сравнение получаемых при этом данных с данными, хранящимися в базе знаний, принятие соответствующих решений.

2. Органы управления среднего звена C_i^1 также выполняют формирование регулирующих (корректирующих и координирующих) воздействий в соответствии с заданными принципами, способны к адаптации к сигналам внешней среды и т.д.

3. Органы управления нижнего уровня C_i^2 , выполняющие ограниченный класс функций и задач, связанных с воздействием непосредственно на свои технологические подпроцессы.

Необходимо отметить, что чем выше уровень управления, тем выше степень неопределенности информации о состоянии системы, и это накладывает определенные требования к «интеллектуальным» способностям управляющих органов. Выполнение каждой подсистемой возложенных на нее функций должно соответствовать глобальным целям системы (критерий качества, максимум выпуска продукции, безопасность и т.д.). Комплексное использование подсистем и четкий выбор стратегии разработки и внесения коррекций позволит улучшить качество производимой продукции, снизить количество брака и оптимизировать весь процесс производства, улучшить качество управления. Для достижения этой цели в иерархических системах управления сочетаются положительные качества децентрализованных, полностью централизованных и распределенных структур, а именно [3]:

1. Максимальная автономность локальных центров в процессе управления с сохранением возможности оптимизации управления системы в целом.

2. Локальные и централизованные обработка и хранение информации, относящиеся к отдельным объектам (подсистемам) и системе в целом.

3. Повышение надежности системы за счет того, что при отказе органов управления верхних уровней, подсистемы первого уровня смогут продолжить работу в соответствии с последними заданиями.

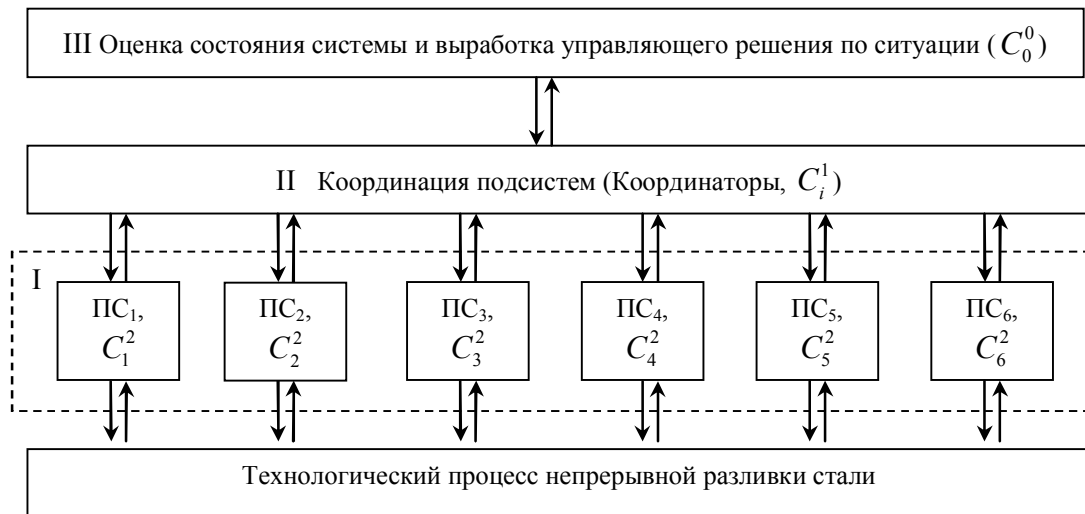


Рис.1 – Структура иерархической системы управления технологическим процессом непрерывной разливки стали

Центральными элементами являются принципы координации и коррекции работы звеньев нижнего уровня системы. Можно выделить также различные виды координирующих воздействий:

1. Интегральная координация (слабая), когда для каждой подсистемы задается плановый показатель K на определенный период времени T и различные ограничения (нормативы):

$$\int_0^T [z(t) - z^*] dt \leq K$$

2. Четкая координация (жесткая), когда для координируемого параметра K в каждый момент времени выставляется требование соблюдения равенства $K(t) = K$.

3. Интервальная координация, которая требует лишь принадлежности координирующего параметра K заданному интервалу $K(t) \in [K_{\min}, K_{\max}]$

4. Лингвистическая координация, при которой осуществляется выдача нечетких координирующих воздействий на естественном языке. В этом случае координирующая величина K является нечеткой и задается функцией принадлежности $\mu(K)$.

Важным вопросом является и выбор принципа координации. Существуют следующие способы воздействия на частные задачи оптимизации со стороны координатора (орган управления второго уровня):

1. Через функции качества q_i первого уровня, то есть через координацию и изменение целей управления подсистем 1-го уровня. В этом случае предполагается задание для каждой управляющей подсистемы нескольких функций качества. В результате координирующий сигнал s_i направлен на выбор соответствующей функции качества из заданного набора для i -той подсистемы 1-го уровня.

2. Воздействие путем изменения ограничений, накладываемых на значения управляющих сигналов, учитываемых при решении частных оптимизационных задач подсистемами 1-го уровня, на основе следующих принципов:

Принцип исключения отдельных взаимодействий предполагает, что управляющий элемент нижнего уровня пренебрегает связующими входными сигналами и работает полностью автономно. Такой принцип используется, когда взаимодействием между отдельными подпроцессами можно пренебречь.

принцип развязывания взаимодействий предполагает, что каждый нижестоящий управляющий элемент получает право при решении собственной задачи управления рассматривать связующие входы как дополнительные переменные, которые выбирает из собственных локальных критериев. Подлежащие решению задачи управления нижнего уровня полагаются в этом случае полностью автономными (то есть имеет место псевдоавтономность функционирования органа управления и соответствующего подпроцесса).

принцип прогнозирования взаимодействий предполагает, что координирующие сигналы содержат информацию о прогнозируемых значениях связей, которые будут иметь место при подаче управляющих воздействий. Сравнивая затем реальные значения с прогнозируемыми, можно определить верность выбранного корректирующего воздействия и оценить степень соответствия фактического режима работы оптимальному.

3. Изменение степени влияния корректирующих воздействий h_{ij} на локальные подсистемы, т.е. координация путем изменения характера коррекций от органа управления C_i^1 на центры нижнего уровня C_i^2 . В этом случае можно использовать следующие варианты:

выделение приоритетных корректирующих сигналов – предусматривает разделение воздействий h_{ij} по коэффициентам важности, и в этом случае центр C_i^1 обслуживает в первую очередь команды h_{ij} с минимальными (максимальными) значениями коэффициентов. Это необходимо, когда резко возрастает интенсивность обмена информацией между средним и нижним уровнями и каналы связи оказываются перегруженными.

введение масштабирования корректирующих воздействий на органы управления нижнего уровня. Это необходимо тогда, когда требуется изменить чувствительность к коррекциям из-за сильного влияния подпроцесса, управляемого центром нижнего уровня C_i^2 на целевую функцию системы в целом.

«упрощение» алгоритмов формирования корректирующих воздействий на органы управления нижнего уровня. Применяется в условиях перехода на очередной режим работы отдельных подсистем или системы в целом и реального быстродействия C_i^1 не достаточно для обеспечения требований по производительности, а отключение координирующих сигналов от подсистем нижнего уровня невозможно. Тогда сигналы координации формируются по упрощенным алгоритмам, учитывающим меньшее количество параметров и аргументов.

перераспределение корректирующих воздействий между локальными центрами управления C_i^2 нижнего уровня осуществляется при внесении оперативных изменений в состав функций, реализуемых регуляторами подсистем в силу изменений глобальных или частных целей системы.

декомпозиция корректирующих сигналов на несколько компонентов так, чтобы каждая составляющая имела законченное назначение и могла быть использована как корректирующая команда. Каждой компоненте присваивается уровень значимости с указанием условий ее применения. Этот способ применим в условиях затрудненного информационного обмена между нижним и средним уровнями управления при ограниченном времени на подготовку полного корректирующего сигнала.

Таким образом, выбор способов координации и коррекции, существенно зависит от декомпозиции процесса, глобальных и частных задач управления, конкретной реализации (аппаратной и программной) управляющих локальных подсистем и подсистем верхних уровней управления, от способов реализации межуровневых каналов связи и их пропускной способности. Оптимальное решение многоуровневой иерархической системы обладает тем свойством, что каковы бы ни были состояние и решение высшего уровня в данный момент времени, последующие решения нижних уровней должны быть оптимальными относительно этого решения. Реализовать наиболее эффективный способ координации решений, принимаемых на отдельных уровнях иерархии, позволяет применение принципа оптимальности. Этот принцип позволяет до минимума сократить обмен информацией между уровнями и обеспечить локальную обработку информации по подсистемам. Процессы координирования в системе осуществляется в связи с определенной целью или задачей так, чтобы вся система достигала в целом поставленной цели. Но может возникать конфликт между подсистемами нижнего уровня из-за наличия у них индивидуальных целей и различных видов системных ограничений и связей. В устранении этого внутрисистемного конфликта заключается задача второго уровня системы. Использование единого подхода к целевым функциям и ограничениям позволяет получить адекватные решения.

Список литературных источников

1. Сингх М., Титли А. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление – М.: Машиностроение, 1986. 496 с.
2. Месорович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 334с.
3. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, Ленингр.отд-ние, 1982. – 288 с.

Ткаченко Валерий Николаевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматки и телекоммуникаций Донецкого национального технического университета

Волуева Ольга Сергеевна – аспирант кафедры автоматки и телекоммуникаций Донецкого национального технического университета

Ключевые слова: иерархическая система управления, локальная подсистема, координация, коррекция.