Альгузо Мохаммад
магистрант
Матвеев Юрий Николаевич
д-р техн. наук, профессор
Богатиков Валерий Николаевич
д-р техн. наук, профессор
Клюшин Александр Юрьевич
канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тверской государственный
технический университет»
г. Тверь, Тверская область

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЙ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация: *проблема построения моделей действующего промышленного производства для целей диагностики состояний объясняется сложностью определения управляющих воздействий, которые обеспечивают безопасные условия эксплуатации технологических процессов.*

Ключевые слова: *управление технологическими процессами, системы диагностики состояний, системы автоматизации, базы данных, базы знаний.*

Характерные особенности химического производства как объекта диагностики показаны на рис. 1. Необходимо отметить, что оценка состояний технологии, которая складывается из оценки состояния технологического процесса, оценки состояния оборудования, а также системы управления, является достаточно сложной процедурой. От эффективности её решения зависит, в целом, безаварийность работы технологической системы. Решение задачи построения систем диагностики состояний и управления технологической безопасностью складывается из двух взаимосвязанных этапов: первый этап – этап проектирования технологического процесса, второй этап – обеспечение безопасного функционирования в условиях эксплуатации [1].

Рис. 1. Химическое производство как объект диагностики

Из вышесказанного можно сделать вывод о роли системы оценки состояний или системы диагностики, которые входят как составная часть в системы управления технологическими процессами – данные системы являются ядром систем управления состояниями современных систем управления. Значение этих систем определяется качеством и эффективностью принимаемых решений в циклах функционирования промышленных технологий. Основная задача этих систем – обеспечение безопасного функционирования технологических процессов промышленного производства.

Дискретные математические модели лежат в основе методологических принципы построения системы диагностики состояний. На основе дискретных моделей строятся системы обеспечения безопасности промышленных процессов. Отличительная особенность задач диагностики состоит в том, что протекание промышленных процессов происходит в условиях неполноты информации как о внешнем окружении, так и о случайных процессах, возникающих по различным причинам внутри самих процессов. Непредвиденные случайныевоздействия, для которых не известны не только статистические закономерности, но и причины их зарождения порождают задачи, решение которых имеет различный уровень сложности. И основная проблема состоит в создании правильных условий в системах управления для проведения диагноза состояний технологии.

Поэтому, при решении задач оперативного управления необходимо иметь информацию об оценке безопасности работы оборудования, безопасности системы управления, а также безопасности технологического режима работы. Это позволит обеспечить безаварийную работу производства в целом, прогнозировать возникновения аварийных ситуаций [2].

Задача оптимального управления разветвленным технологическим комплексом в наиболее общем случае формулируется следующим образом: найти управляющее воздействие *U1, U1, ..., Un,* обеспечивающее экстремальное (максимальное или минимальное) значение функции цели:

$$\max_{U,Y,X,} \hat{O} = \sum_i \varphi_i (x_i, y_i u_i) \tag{1}$$

при условиях, которые определяют связь между входами или выходами технологических звеньев

$$y_i = f_i(x_i, u_i) \tag{2}$$

топологической структуры производства и технологических ограничений

$$y_{ij} = x_{kl}, \quad \begin{matrix} x_{i\min} \le x_i \le x_{i\max} \\ y_{i\min} \le y_i \le y_{i\max} \\ u_{i\min} \le u_i \le u_{i\max} \end{matrix}, \tag{3}$$

где x_{ij} - j-ый вход i-го звена; x_i - совокупность всех входов i-тго звена; х – совокупность входов всех звеньев.

Задача управления (1–3) имеет высокую размерность, поэтому ее решение может быть весьма сложным и трудоемким. Однако структура системы уравнений (2) и функций цели позволяет разбить задачу управления на несколько подзадач меньшей размерности, а система управления приобретает иерархическую структуру: на нижнем уровне решаются задачи управления отдельными участками, на верхнем – задачи управления всем комплексом.

Существуют различные методы декомпозиции многомерных задач управления. Например, разобьем общую задачу управления (1–3) на частные задачи управления участками (задачи нижнего уровня): $\max\limits_{U_i} \varphi(x_i, y_i, u_i)$ при:

$$\begin{aligned} & y_i = f_i(x_i, u_i) \\ & u_{i\min} \le u_i \le u_{i\max} \end{aligned} \tag{4}$$

Задача управления каждым участком решается отдельно. Найдем управляющие воздействия U_i^*, которые обеспечивают экстремум функции цели этого участка при заданных входах и выходах x_i, y_i. Функция цели оптимально управляемого объекта $\varphi^*(x_i, y_i) = y_i(x_i, y_i, u_i^*)$ используется на верхнем уровне управления, где решается задача оптимальной координации: определяются задания x_i и y_i, обеспечивающие максимум функции цели всего комплекса при условии оптимального управления участками

$$\max_{x,y} \sum_i \varphi_i^*(x_i, y_i), \text{ при } y_{ij} = x_{kl}, \begin{array}{l} x_{i\min} \le x_i \le x_{i\max} \\ y_{i\min} \le y_i \le y_{i\max} \end{array} \tag{5}$$

при $\mathrm{i} = 1, 2, ..., \mathrm{n}; \mathrm{j} = 1, 2, ..., \mathrm{n_i}; \mathrm{k} = 1, 2, ..., \mathrm{n}; \mathrm{l} = 1, 2, ..., \mathrm{n_k}$.

Другой принцип декомпозиции основан на применении метода неопределенных множителей Лагранжа для определения экстремума функции с ограничениями в виде равенств. В методе многоуровневой оптимизации используется свойство функции Лагранжа для многих реальных систем распадаться на ряд независимых подзадач.

Для нахождения экстремума функции $\Phi(x_1, x_2, ..., x_n)$ при условии, что $\Phi_j(x_1, ..., x_n) = 0$, необходимо найти экстремум вспомогательной функции Лагранжа

$$F(x,\lambda)=\Phi(x_1,x_2,...,x_n)+\sum_i \lambda_i \cdot \psi_j(x_1,x_2,...,x_n) \qquad (6)$$

где λ_i - неопределенный множитель Лагранжа.

Построим функцию Лагранжа для задач (1–4).

$$F(x,y,u,\lambda)=\sum_i \varphi_i(x_i,y_i,u_i)+\sum_{ij}\lambda_{ij}(y_{ij}-x_{kl}) \qquad (7)$$

Разобьем функцию на слагаемые, зависящие от переменных, относящихся к отдельным участкам, и решим задачи управления нижнего уровня:

$$\max_{x_i,y_i,u_i}\left[\varphi_i(x_i,y_i,u_i)+\sum_i \lambda_{ij}y_{ij}-\sum_i \lambda_{ls}x_{il}\right], \text{ при } \mathrm{y_i}=\mathrm{f}(\mathrm{x_i},\mathrm{u_i}), \begin{matrix} x_{i\min}\le x_i\le x_{i\max} \\ y_{i\min}\le y_i\le y_{i\max} \\ u_{i\min}\le u_i\le u_{i\max}\end{matrix} \qquad (8)$$

С точки зрения экономики неопределенный множитель Лагранжа λ_{ij} определяют условные цены продуктов, производимых на участке *i*, а λ_{ls} – цены продуктов потребляемых на этом участке. В результате решения задачи (8) определяются значения связей $x_i(\lambda), y_i(\lambda)$ и функции цели оптимально управляемого участка $\varphi_i(\lambda)$ (прибыль участка) при заданных условных ценах на промежуточные продукты. На верхнем уровне управления определяются значение неопределенных множителей λ, обеспечивающих выполнение условий (3). Иными словами, если x_{kl} - это спрос на продукт, требующийся участку *k*, а y_{ij} – предложение продукта участком *i*, то на верхнем уровне назначаются такие цены λ, при которых спрос был бы равен предложению. Величины определяются системой уравнений:

$$\mathrm{y_{ij}}(\lambda)=\mathrm{x_{kl}}(\lambda) \qquad (9)$$

Для решения сложных задач управления сложными ХТП многоуровневая иерархическая система управления оказывается весьма эффективной.

Список литературы

1. Богатиков В.Н. Диагностика состояний и управление технологической безопасностью непрерывных химико-технологических процессов на основе дискретных моделей: Дис. ... докт. техн. наук (05.13.06). – Апатиты, 2002. – 352 с.

2. Егоров А.Ф. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая. – М.: КолосС, 2006. – 416 с.