

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОМ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

Р. Н. ЛЮБЛИНСКИЙ, Э. Г. КЛЕЙБОРТ, Б. Ж. ЖАМБАЛНИМБУЕВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры автоматики и телемеханики)

В настоящее время в химической промышленности происходит качественно новый этап автоматизации. Управление автоматизируется не только на уровне отдельных аппаратов, но и на уровне технологических процессов и производств. В контур систем управления включаются управляющие вычислительные машины (УВМ), обладающие способностью перерабатывать информацию и решать формализованные математические задачи.

Эти возможности УВМ позволяют по-новому подойти и к управлению аппаратом, а именно, решать формализованные задачи оптимального управления каждым аппаратом в отдельности. Оптимизация управления аппаратами и возможности формализованного управления всем производством в целом требуют формирования критериев эффективности управления каждым аппаратом, ориентированных на общий критерий эффективности работы производства.

В настоящее время управление чаще всего осуществляется по качественным или количественным показателям отдельных выходных потоков. Эти показатели выбраны путем лабораторного моделирования или из опыта эксплуатации каждого аппарата и согласуются с общим критерием эффективности работы производства не наилучшим образом.

Наиболее распространенным критерием эффективности работы производства в обычных условиях является прибыль [1]. В настоящей работе рассматривается задача формирования критерия эффективности управления отдельным аппаратом, ориентированным на общую прибыль производства.

Общая схема аппарата представлена на рис. 1.

На этой схеме $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ — входные потоки,
 $\bar{U} = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ — управляющие потоки,
 $\bar{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ — выходные потоки,
 $\bar{Z} = \{z_1, z_2, \dots, z_p\}$ — возмущающие воздействия.

Каждый входной, выходной и управляющий поток характеризуется определенным набором параметров, которые будем обозначать x_{ij} ; U_{ij} ; y_{ij} , где индексы означают j -й параметр i -го потока.

Особенностью управления промежуточным аппаратом в химико-технологической схеме является требование, чтобы параметры его вы-

ходных потоков были максимально пригодными для дальнейшей переработки, а также, чтобы потери сырьевых и энергетических ресурсов в аппарате были минимальными. Ориентация критерия эффективности управления аппаратом на прибыль производства требует формирования критерия, включающего переменные затраты на производство в аппарате, а также дополнительные затраты на обеспечение качественных и количественных характеристик выходных продуктов производства при отклонении характеристик выходных продуктов аппарата от некоторых идеальных (номинальных).

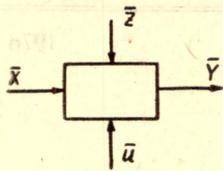


Рис. 1. Схема объекта управления

$$J = \sum_{i=1}^n C_{y_i}(K_{y_i}) \cdot Q_{y_i} - \sum_{j=1}^m C_{x_j}(K_{x_j}) \cdot Q_{x_j} - \sum_{\kappa=1}^z S_{u_{\kappa}}, \quad (1)$$

где $C_{y_i}(K_{y_i})$ — функция стоимости единицы выходного потока в зависимости от качества потока K_{y_i} ;

$C_{x_j}(K_{x_j})$ — функция стоимости единицы входного потока в зависимости от качества потока K_{x_j} ;

Q_{y_i} — объем потока y_i ;

Q_{x_j} — объем потока x_j ;

$S_{u_{\kappa}}$ — затраты на u_{κ} -е управляющее воздействие.

Так как величины Q_{y_i} и K_{y_i} являются функциями входного и управляющих потоков

$$Q_{y_i} = f_i(\bar{X}, \bar{U}, \bar{Z}), \quad K_{y_i} = \varphi_i(\bar{X}, \bar{U}, \bar{Z}), \quad (2)$$

то критерий эффективности управления удовлетворяет всем требованиям к критериям эффективности, приведенным в работе [1].

Ориентация критерия эффективности управления аппаратом на прибыль производства осуществляется соответствующим выбором функций стоимости $C_{y_i}(K_{y_i})$ и $C_{x_j}(K_{x_j})$, которые представляют собой «потребительскую» стоимость единицы соответствующего потока.

Определение функций стоимости и составляет основную сложность формирования экономического критерия эффективности. Так как управление сложной технологической схемой требует формирования критерия эффективности для каждого аппарата этой схемы, то для решения вопроса о декомпозиции критерия эффективности производства на отдельные аппараты («автономизации» аппарата) следует выбрать последовательную процедуру формирования функций стоимости.

Для этого можно предложить следующий порядок формирования:

1. Построить структурную схему производства и проанализировать местонахождение в ней каждого аппарата.

2. Провести изучение процессов в каждом аппарате с целью отбора наиболее существенных параметров, характеризующих влияние вариации входных потоков, управляющих воздействий и возмущений на выходные параметры этого аппарата.

Отбор можно выполнить различными способами. Основными являются следующие:

а) отбор параметров при помощи экспертных оценок;

б) отбор параметров путем анализа физико-химических процессов, происходящих в аппарате;

в) отбор параметров по функциям чувствительности выходных координат к отклонениям входных параметров;

г) отбор параметров путем статистической обработки данных пассивных экспериментов;

д) отбор параметров путем выполнения специальных экспериментов.

Так как параметры отбираются по существенности влияния их на выходные параметры аппарата, а выходные параметры каждого аппарата являются входными для последующих, то целесообразно подобный отбор начинать с последних аппаратов технологической цепочки, для которых выходные параметры жестко определяются технологическим регламентом.

3. Составление уравнений материального баланса и анализ потерь в каждом аппарате.

Составление уравнений материального баланса и анализ потерь в аппаратах необходимы для обоснования допущений, которые можно принять при определении критерия эффективности. Эти допущения могут существенно уменьшить размерность задачи моделирования процессов в аппарате и размерность задачи определения функций стоимости.

4. Выбор общей формы критерия эффективности.

5. Определение функций стоимости по каждому выходному потоку аппарата.

Функции стоимости также целесообразно определять начиная с последнего аппарата схемы. Для сложной разветвленной схемы эти функции могут быть неоднозначными. Каждая функция определяется из расчета на единицу выходного потока. Поскольку функция стоимости является количественной характеристикой, то определить ее можно либо путем обработки данных по эксплуатации производства, либо путем постановки специальных экспериментов. Определению функции стоимости должен предшествовать логический анализ возможных путей обеспечения заданного качества выходного продукта производства.

6. Математическое моделирование аппарата.

Математическое моделирование аппарата представляет собой определение уравнений, связывающих параметры выходных потоков с параметрами входных потоков и управляющих воздействий. Наличие математических моделей позволит исключить из выражения критерия эффективности аппарата параметры выходных потоков. Кроме того целевая функция задачи оптимального управления аппаратом при отсутствии указанной модели может не удовлетворять требованиям управляемости, т. е. не включать в себя управляющие параметры.

7. Формирование конкретного вида критерия эффективности.

8. Проверка полученного выражения на соответствие требованиям к целевой функции.

По предлагаемой методике проводилось формирование экономического критерия эффективности управления аппаратом разделения двух кислот. Анализ уравнений материального баланса показал, что потерями кислот при разделении можно пренебречь.

Качество каждого из двух выходных потоков, соответствующих выходам разделяемых кислот, определяется одним показателем — количеством паров кислоты, попадающей на другой выход.

Входной поток, представляющий смесь обеих кислот, имеет один варьируемый параметр — общий расход.

Целевая функция задачи оптимального разделения в этом случае принимает следующий вид:

$$J = \sum_{i=1}^2 C_{y_i} (K_{y_i}) \cdot Q_{y_i} - C_x (K_x) \cdot Q_x - C_u \cdot U, \quad (3)$$

$C_{y_i}(K_{y_i})$ — функции стоимости выходных продуктов;
 $C_x(K_x)$ — функция стоимости входного потока;
 \bar{C}_u — стоимость единицы управляющего потока;
 Q_{y_i} — объем продуктов по i -му выходу в единицу времени;
 Q_x — объем входного потока в единицу времени;
 \bar{U} — расход пара в единицу времени;
 $K_{y_i} = \varphi_i(\bar{X}, \bar{U}, \bar{Z})$ — показатели качества выходных потоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Г. Ли, Г. Э. Адамс, У. М. Гейнз. Управление процессами с помощью ЭВМ. Моделирование и оптимизация. М., «Советское радио», 1972.