

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.867

Омаров К.А., Столсповских И.Н., Кольга А.Д., Темержанов А.Т., Омарова Т.К.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ

Приведена методика проектирования систем контроля и технической диагностики конвейерных линий.

Ключевые слова: Автоматизация проектирования, конвейер, диагностика, контроль, управление.

A method for the design of control systems and technical inspection conveyor lines.

Keywords: Computer-aided design, conveyor, diagnosis, monitoring, management.

Система автоматического контроля конвейерных систем, в условиях рыночной экономики и обеспечения высокой конкурентоспособности современного конвейерного транспорта, является принципиально новой структурой, использующей модульно-иерархический принцип.

Модульность и иерархичность, как составные элементы данного принципа, определяют самостоятельность отдельных модулей при выполнении частных решений, а также соподчиненность систем различных уровней автоматического контроля и технической диагностики, входящих в одну единую гибкую систему контроля и технической диагностики конвейерных линий. Критерием эффективности гибкой системы контроля и технической диагностики конвейерных систем является учет потерь времени отклонений контролируемого параметра с использованием информации о предыдущих управлениях и значениях контролируемого параметра, а также с учетом конкретных свойств технологического параметра [1–3].

Система автоматического контроля функционирует в качестве подсистемы, обеспечивая при этом информацией о ходе процесса для принятия решений, а также позволяет оптимизировать число контрольных операций, обладая производственными и информационными функциями. При этом решаются следующие задачи: контроль погрешности наладки узлов конвейерных систем; контроль состояния узлов механизма (износа, поломки); адаптивная подналадка; контроль выходных параметров, параметров процесса натяжения или смещения тяговых и ведомых контуров конвейерных систем и их адаптации; сбор данных о результатах контроля и диагностирования; накопление статистической информации по данным контроля; подготовка и передача информации на второй уровень системы автоматического контроля (САК).

Создание высокоэффективных систем управления конвейерными линиями непосредственно связано с решением задач по автоматизации контроля за их работой. Наиболее важным моментом при проектировании и разработке САК является выбор комплекса технических средств, обеспечивающего решение всех за-

дач. В этом случае необходимо провести комплексный синтез структуры технических средств на основе развития САК, реализации и распределения их функций. Следует отметить, что создание полностью законченной функциональной САК должно выполняться по следующим направлениям: автоматизации выбора методов управления качеством; создания адаптивной системы управления по возмущениям; развития программно-математического обеспечения; создания универсальных устройств контроля состояния наиболее ответственных узлов и элементов конвейерных систем; повышения точности датчиков обратной связи. Работы по созданию САК следует проводить в следующих двух основных направлениях: организации надежной, емкой и быстродействующей сети связи; разработки подпрограммного и математического обеспечения ее подсистем.

Следует отметить, что в конвейерном транспорте практически не применяется теория проектирования САК, а используются теория сложных систем, методы математического и натурального моделирования, методы теории информации. Процесс проектирования содержит трудоемкие расчетно-аналитические и экспериментальные исследования, реализуется использованием функций математических моделей, их анализом, принятием решений о выборе эффективного контроля на конкретном оборудовании.

При высокой стабильности и незначительной интенсивности процесса проектирования ограничиваются линейным приближением [1–3]:

$$Y_i = p_i = a + b \cdot i. \quad (1)$$

Конкретные алгоритмы функционирования систем управления создаются с учетом предсказаний и прогноза результатов влияния учитываемых факторов на выходные параметры конвейерной системы. Подобный прогноз применим в том случае, когда между корректируемым параметром и влияющими факторами имеется определенная зависимость. Многообразие факторов, влияющих на выходные параметры объектов конвейерной системы и сложные взаимосвязи между ними, приводит к тому, что попытки предварительно

рассчитывать результат действия каждой отдельной причины, базируясь на физических моделях их возникновения, дают положительный результат лишь в отдельных случаях. В данных условиях наиболее целесообразен метод определения соотношений между причинами – действующими факторами и их следствием – соответствующим отклонением. При этом возникает задача синтеза математической модели технологической системы конвейерного транспорта, которая преобразовывала бы изменения действующих факторов в изменения выходных параметров таким образом, как это делает сама система в реальных условиях:

$$Y_i = A\{X_i\}, i = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

где X_i – вектор входных параметров системы; Y_i – выходные значения.

Критерий оптимальности выбора модели представляется выражением

$$I = M\{(Y_i - \bar{Y}_i)^2\} \min, \quad (3)$$

где Y_i – погрешности выходных параметров.

Оптимальный оператор математической модели имеет следующий вид:

$$Y_i = M(Y_i / X_i), \quad (4)$$

где $M(Y_i / X_i)$ – условное математическое ожидание Y_i относительно входа X_i , являющееся уравнением регрессии.

В большинстве случаев следует ограничиваться линейной регрессией

$$Y_i = a_0 + a_1 X_{i1} + \dots + a_k X_{ki}. \quad (5)$$

Оценка ее коэффициентов осуществляется с использованием метода наименьших квадратов:

$$\sum_{i=1}^I (Y_i - Y'_i)^2 = \sum_{i=1}^I (Y_i - a_0 - a_1 X_{i1} - \dots - a_k X_{ki})^2 \rightarrow \min. \quad (6)$$

Определение коэффициентов a_0, a_1, \dots, a_k должно производиться системой алгебраических уравнений

$$\sum_{j=0}^k a_j \alpha_{nj} = \beta_n, n = 0, 1, \dots, m, \quad (7)$$

где $\alpha_{nj} = \alpha_{jn} = \sum_{i=1}^I X_{ni} X_{ji} \quad n, j = 0, 1, 2, \dots, m, X_0 = 1,$

$\beta_n = \sum_{i=1}^I X_{ni} Y_i$, полученные из соблюдения условия

экстремума производных выражения (6) от суммы квадратов $a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$.

Известные алгоритмы вычисления подналадочных коррекций необходимо усовершенствовать с целью сохранения эффективности при изменении условий функционирования. Следует отметить, что функциональная система является малоинерционной, подверженной различным случайным и систематическим возмущениям, приводящим к нестабильности выходных признаков.

Количественной характеристикой выходных параметров объектов конвейерных систем является дисперсия, вычисляемая по следующей зависимости:

$$D^z = \sum_{i=1}^I (Y_i - \bar{Y})^2 / (I - 1); \quad (8)$$

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^I Y_i / I. \quad (9)$$

Рядом авторов в качестве другой количественной характеристики был использован параметр производительности Q на контроль – отношение времени контроля t_k к приведенному времени $t_{прив}$. [1–3]:

$$Q = t_k / t_{прив}. \quad (10)$$

Внешним критерием (целевой функции) процесса контроля и управления следует рассматривать выражение следующего вида [1]:

$$I = P_1 (D / D_{дон})^2 + P_2 (t_k / t_{прив})^2 \quad (11)$$

с наложенными ограничениями $D < D_{заль}, t_k < t_{заль}$, где P_1, P_2 – величины приоритетов, обладающих свойствами:

$$0 \leq P_i \leq 1, i = 1, 2; \quad P_1 + P_2 = 1$$

Величины приоритетов следует задавать перед серией механической обработки деталей.

Процесс функционирования САК непосредственно связан с исследованием и анализом возможных принципов и вариантов управления нестационарными объектами, базирующихся на двух принципах.

При адаптивной подналадке системе контроля и управления придают свойства автоматической корректировки коэффициента обратной связи в ходе процесса по результатам текущей оценки качества подналадки.

Как известно, в алгоритмах управления по возмущению адаптация осуществляется в результате уточнения весовых коэффициентов управления регрессии по следующей зависимости:

$$K_{вес.}(i) = K_{вес.}(i-1) + \left[Y_{i.вых} - \sum_n^m K_{вес.}(i-1) X_{ni} \right] \times \times X_{ni} / (\gamma_{ш} \sum_n^m X_{ni}^2), \quad (12)$$

где $K_{вес.}(i)$ – весовой коэффициент в i -м цикле; $Y_{i.вых}$ – отклонение выходных параметров, γ – параметр шума, X_{ni} – значение возмущения в цикле.

При постоянстве параметров алгоритмов управления имеется возможность снизить время, отводимое на контроль. Увеличение дисперсии приводит к вводу дополнительного контура подналадки. Самообучающаяся система включает блоки анализа и поиска; внутренний цикл выбора наилучшего с точки зрения минимума целевой функции варианта контроля и управления; блок задания.

Следует также отметить, что самообучение системы возможно при смене алгоритма контроля и управ-

ления в результате минимизации выбранного функционала цепи. Самоорганизация и самонастройка также возможны в результате выбора размерности и способа измерения за счет текущей коррекции параметров.

В случае превышения доли случайной составляющей свыше 50% коэффициент корреляции управляемого выходного параметра близок к нулю, а дисперсия большинства вариантов управления будет близка к полю допуска. При этом следует изменять вариант контроля, то есть измерять не в одной, а в двух, трех точках, повышая адекватность модели и эффективность контроля и управления. В каждом цикле производится сбор информации, занесение в память и текущая идентификация весовых коэффициентов. При устойчивости весовых коэффициентов по выбранному критерию производится расчет статистических характеристик моделей управления; выбор размерностей модели; значения критерия потерь производительности для каждого варианта управления. Используя способ перебора, из вариантов контроля и управления по подсчитанной целевой функции выбирается вариант с наименьшим обобщенным критерием эффективности.

Выводы

Диапазоном управления данной системы контроля и управления параметрами объектов конвейерной системы является доля случайной составляющей, а связь последующего с предыдущим определяется однозначно, то есть данная зависимость строится на статистических критериях.

Преимуществом данной системы контроля и управления параметрами объектов конвейерной системы является возможность выбора наилучшей целевой функции способа контроля и управления.

Список литературы

1. Автоматизация типовых технологических процессов и установок / Корятин А.М., Петров Н.К. и др. М.: Энергоатомиздат, 1988. 432 с.
2. Адаптивное управление технологическими процессами / Соломенцев Ю.М., Митрофанов В.Т. и др. М.: Машиностроение, 1990. 536 с.
3. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1988. 240 с.

Bibliography

1. Korytin AM, Petrov, NK etc. Automation of typical technological processes and systems. Moscow : Energoatomizdat. 1988. 432 s.
2. Solomentsev YM, Mitrofanov, VT and other adaptive process control. M. : Mechanical Engineering. 1990. 536 s.
3. A Birger Technical diagnostics. M. : Mashinostroenie. 1988. 240 s