

**В.В.Сидоренко, проф., д-р техн. наук, Н.В.Смирнова, ас.,
Л.В.Помазан, доц., канд. техн. наук**
Кировоградский национальный технический университет

Система управления приводом рабочего инструмента станка размерной обработки дугой

Рассматривается задача своевременного обнаружения предпосылок возникновения экстремальных режимов работы станка с целью выработки упреждающего управляющего воздействия на подсистему управления приводом рабочего инструмента.

размерная обработка дугой, система управления, стабилизация тока дуги

Размерная обработка дугой (РОД) является процессом, основанным на использовании стационарной электрической дуги. В отличие от способов электроэрозионной обработки, основанных на использовании нестационарного электрического разряда, обработка дугой имеет большую продуктивность, которая прямо пропорциональна току дуги [1].

Обработка деталей ведется в режиме падающих характеристик сварочного выпрямителя, поскольку данный режим обеспечивает стабилизацию тока дуги в определенных пределах.

Проблемой является относительная нестабильность величины технологического тока, вызванная недостаточным быстродействием гидропривода подсистемы перемещения рабочего инструмента, что приводит к превышению заданного технологического тока на 20-25% и возникновению предпосылок коротких замыканий (КЗ) между рабочим инструментом и деталью.

Следствием является ухудшение качества обработки, вызванное увеличением диаметров эрозионных лунок в обрабатываемой детали и ускорение износа рабочего инструмента.

Поскольку величина рабочего зазора (межэлектродного промежутка) между рабочим инструментом и деталью составляет несколько десятков микрон, то отслеживать величину зазора с достаточной точностью не представляется возможным.

Задачей является своевременное обнаружение предпосылок возникновения экстремальных режимов работы станка с целью выработки упреждающего управляющего воздействия на подсистему управления приводом рабочего инструмента.

Исследования показали, что в моменты времени, предшествующие режиму короткого замыкания отчетливо выражены участки, на которых ток дуги кратковременно изменяется в сторону уменьшения. Изменение тока в нормальном режиме является следствием изменения параметров технологического режима обработки детали.

Решением задачи обнаружения предпосылок возникновения экстремального режима осуществляется методом сегментации исследуемого сигнала, в нашем случае – тока дуги, поскольку напряжение горения дуги не дает адекватной информации о протекаемом процессе вследствие самой природы горения дуги.

При использовании метода предполагается, что сигнал описывается последовательными единицами, характеризруемыми некоторыми моделями. В основе метода лежит использование статистики критерия, на основе которой сравниваются

две или три модели, оцененные по различным участкам сигнала, что позволяет обнаруживать скачки в параметрах модели.

Задача сегментации решается в три этапа:

- выбор структуры модели (модель авторегрессии АР);
- выбор статистики критерия (отношение правдоподобия);
- обнаружение изменения и оценка времени изменения.

Предполагается, что каждый сегмент сигнала описывается моделью АР порядка p , обозначаемой $M(A, \sigma)$, т. е.

$$\begin{cases} y_n = \varphi_n^T A + e_n \\ \text{var } e_n = \sigma^2 \end{cases}, \quad (1)$$

где $A = (a_1, \dots, a_p)$ – параметры модели;

$\varphi_n^T = (y_{n-1}, \dots, y_{n-p})$; p – порядок модели;

(e_n) – белый шум с нулевым средним и дисперсией σ^2 .

Чтобы обнаружить скачок в параметрах модели (1), проверяются две гипотезы – альтернативы:

H_0 : сигнал $[y_0, \dots, y_n]$ описывается моделью $M_0(A_0, \sigma_0)$;

H_1 : в момент времени r происходит скачкообразная смена модели, так что сигнал $[y_0, \dots, y_r]$ описывается моделью $M_1(A_1, \sigma_1)$, а сигнал $[y_{r+1}, \dots, y_n]$ – моделью $M_2(A_2, \sigma_2)$.

Статистика критерия Брандта (2) базируется на обобщенном отношении правдоподобия (ООП) D_n между этими двумя гипотезами:

$$D_n = -(n-r) \ln \sigma_2^2 - r \ln \sigma_1^2 + n \ln \sigma_0^2. \quad (2)$$

Таким образом, решение о наличии скачка принимается, если

$$\min_{\substack{A_0, \sigma_0 \\ A_2, \sigma_2}} \max_{A_1, \sigma_1} \max_r D_n > D_0. \quad (3)$$

Текущее значение r определяется как аргумент выражения (3). Реализация критерия описывается следующим алгоритмом [2]:

1. Обнаружение изменения. На этом шаге величина n -г полагается равной фиксированной длине L .

2. Оценка времени изменения. Когда происходит обнаружение, в момент времени n_D , достаточно предположить, что истинное время изменения r^* удовлетворяет следующему выражению: $n_D - L \leq r^* \leq n_D$.

Затем, начиная со значения $r = n_D - L$, контролируется решающая функция ООП ΔD_n при увеличении n ($n_D \leq n \leq n_D + L$), для сравнения следующих гипотез:

H_0' : скачкообразная смена модели происходит в момент времени r ;

H_1' : скачкообразная смена модели происходит в момент времени $n-L$.

Если $\Delta D_n \leq 0$, то r не изменяется; если $\Delta D_n > 0$, то переменная r заменяется величиной $n-L$, и сравнение продолжается. Конечная оценка времени изменения приравнивается к величине, которую достигает переменная r при $n = n_D + L$.

Для выполнения этих последовательных этапов применяется несколько алгоритмов идентификации на основе ковариационных методов с растущей памятью и скользящего окна, реализованных в цепной форме.

Обозначим через n_0 время инициализации алгоритма, через L – длину окна для оценки модели M_2 :

для $n_0 \leq n \leq n_0 + L$ обновить (A_0, σ_0) ;

для $n_0 + L \leq n \leq n_0 + 2L$ обновить (A_0, σ_0) , (A_2, σ_2) ;

для $n_0 + 2L \leq n$ начать обнаружение;

присвоить $D_{n_0+2L} = 0$;
 до тех пор, пока $D_n < D_{\min}$;
 обновить $(A_0, \sigma_0), (A_1, \sigma_1), (A_2, \sigma_2)$;
 обновить D ;
 когда $D_n > D_{\min}$, начать оценку времени изменения;
 присвоить $n_D = n$, $r = n_D - L$, $\Delta D_{n_D} = 0$;
 в цикле: до тех пор, пока $n \leq n_D + L$;
 обновить $(A_0, \sigma_0), (A_0', \sigma_0')$; $(A_1, \sigma_1), (A_2, \sigma_2)$;
 вычислить ΔD_n ;
 когда $\Delta D_n > 0$, установить $r = n_D - L$;
 оценка момента изменения = конечное значение r .

Для инициализации модели (A_1, σ_1) используется последняя модель, идентифицированная в скользящем окне.

Таким образом, интегральная сумма оценок количества моментов изменения сигналов в сегменте (окне наблюдения) дает основания для получения оценки вероятности возникновения экстремального режима в процессе обработки детали электрической дугой.

На основании полученных оценок система управления осуществляет принятие решений по выработке управляющих сигналов для подсистемы управления перемещением рабочего инструмента.

Результатом практического применения метода обнаружения предпосылок возникновения экстремальных режимов в системе управления станком размерной обработки дугой является уменьшение общего времени реакции подсистемы управления перемещением рабочего инструмента за счет поступления упреждающего сигнала управления.

Снижается вероятность возникновения экстремальных режимов работы, близких к короткому замыканию и повышается качество обработки деталей.

Список литературы

1. Носуленко В.И. Розмірна обробка металів електричною дугою. Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.03.07 / Кировоградський гос. техн. ун-т – К.: 1999.- 36 с.
2. Бассвиль. М., Банвениста А. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. - 278 с.

Розглядується завдання своєчасного виявлення передумов виникнення екстремальних режимів роботи верстата з метою вироблення попереджувальної дії на підсистему управління приводом робочого інструменту.

The task of machine-tool operations extreme modes occurrence pre-conditions timely detection is examined with the purpose the drive working tool anticipatory managing affecting subsystem making of.