

## Применение критерия Неймана-Пирсона для обнаружения скачкообразного изменения среднего значения тока дуги

Приводится решение задачи обнаружения в реальном масштабе времени скачкообразного изменения среднего значения тока в процессе размерной обработки дугой на основе статистического критерия Неймана-Пирсона для создания эффективной системы управления процессом обработки детали  
**система управления, скачкообразное изменение среднего значения, критерий Неймана-Пирсона**

**Введение.** Основной задачей системы управления размерной обработкой дугой (РОД), является обеспечение стабильности величины тока дуги.

Основным параметром, который отрицательно влияет на качество обработки деталей электрической дугой, является скачкообразное изменение величины тока дуги в процессе обработки деталей. Стабильность величины тока дуги определяется в основном стабильностью величины межэлектродного промежутка (МЭП), регулирование которой осуществляется косвенными методами по отклонению тока или напряжения дуги от заданного значения.

Анализ фрагментов осциллограмм процесса обработки деталей электрической дугой (рис.1) в системе регулирования величины МЭП по отклонению напряжения дуги [2], выявил скачкообразные изменения рабочего значения тока дуги:

- от номинального значения до максимально возможного (режим короткого замыкания);
- от номинального значения до нулевого (режим обрыва дуги).

На осциллограмме процесса размерной обработки дугой отчетливо выражены участки резкого возрастания и уменьшения тока дуги, которые возникают вследствие запоздалого обнаружения скачка и, как следствие, запоздалого воздействия системы управления на привод рабочего инструмента.

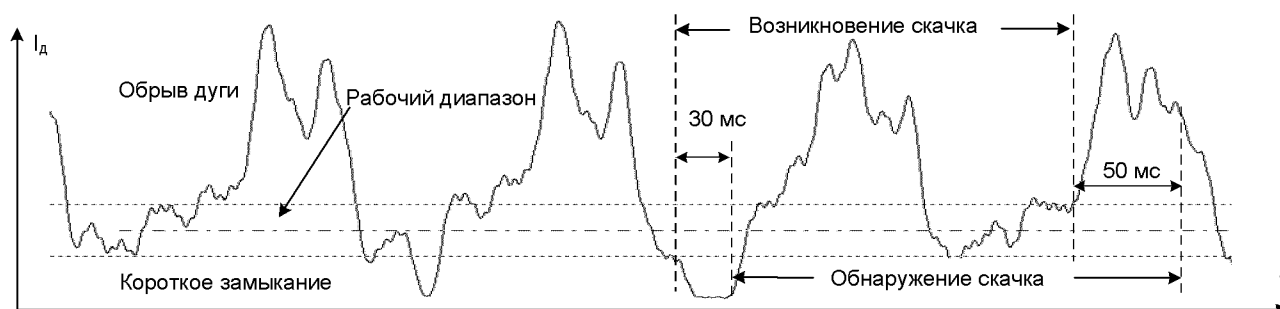


Рисунок 1 – Скачкообразное изменения тока дуги в процессе обработки детали

**Анализ исследований и публикаций.** Известные системы управления РОД [1,2] основаны на использовании отклонения тока или напряжения дуги от заданного значения. Недостатком таких систем является задержка времени обнаружения скачкообразного изменения среднего значения сигнала, что приводит к возникновению режима обрыва дуги или короткого замыкания и к нарушению технологического процесса обработки дугой.

**Постановка задачи.**

Необходимо выбрать критерий, который позволил бы минимизировать время запаздывания в обнаружении скачка среднего значения тока дуги с минимумом ложных тревог для кусочно-постоянного сигнала с аддитивной помехой детектора.

Под ложными тревогами понимается реакция на кратковременные выбросы тока, которые не приводят к нарушению режима работы системы.

**Основная часть.** В настоящей работе поставленная задача решается на основе использования процедуры проверки статистических гипотез с помощью критерия Неймана-Пирсона [3] для минимизации времени определения скачка рабочего значения тока дуги.

Рассмотрим множество измеренных значений тока дуги  $\{i1_0, i1_1, \dots, i1_{n-1}\}$ , где  $t_{n-1}$  – время до возникновения скачка, на интервале времени  $[0, t_{n-1}]$ , которому соответствует среднее значение рабочего тока дуги  $I1_{cp}$ , а также множество измеренных значений тока  $\{i2_0, i2_1, \dots, i2_m\}$ , где  $t_n$  – время возникновения скачка на интервале времени  $[t_n, t_m]$ , которому соответствует среднее значение тока короткого замыкания  $I2_{cp}$  (рис.2).

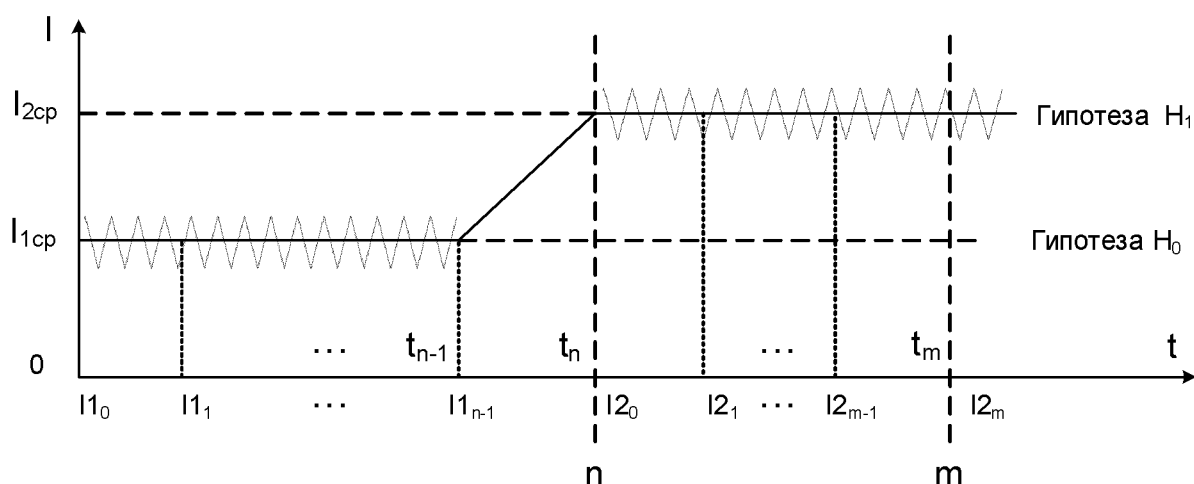


Рисунок 2 – Процедура проверки статистических гипотез

Для решения поставленной задачи воспользуемся статистическим критерием Неймана – Пирсона для проверки гипотезы  $H_0$ , которой соответствует плотность распределения  $P_0(i)[t_0, t_{n-1}]$  и альтернативной гипотезы  $H_1$ , которой соответствует плотность распределения  $P_1(i) [t_n, t_m]$ .

Покажем, что критерий Неймана – Пирсона в этом случае состоит в проверке неравенства  $P_1(i) \geq \lambda P_0(i)$  для данных результатов наблюдений  $i$ , где  $\lambda$  – пороговое значение критерия для принятия гипотезы  $H_0$  или  $H_1$ .

Пусть  $P(i, \bar{i}, \sigma)$  – нормальные плотности распределения со средними значениями  $\bar{i}$  и дисперсией  $\sigma^2$ ,  $i = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  –  $n$ - мерный вектор независимых одинаково распределенных величин  $i_1, i_2, \dots, i_n$ .

Критерий Неймана – Пирсона в этом случае определяется неравенством (1)

$$\exp\left\{-\sum_{k=1}^n \frac{(i_k - \bar{i})^2}{2\sigma^2}\right\} \geq \lambda \exp\left\{-\sum_{k=1}^n \frac{(i_k - \bar{i}_p)^2}{2\sigma^2}\right\}, \quad (1)$$

где  $\bar{i}_p$  – среднее значение заданного рабочего тока дуги.

После логарифмирования критерий принимает вид (2):

$$(\bar{i} - \bar{i}_p) \sum_{k=1}^n i_k \geq \lambda. \quad (2)$$

Для класса альтернатив  $\bar{i} > \bar{i}_p$  критическая область задается неравенством (3):

$$\sum_{k=1}^n i_k \geq \lambda, \quad (3)$$

Где поог обнаружения скачка  $\mu_1$  определяется из условия (4):

$$P_{i_p} \left( \sum_{k=1}^n i_k \geq \lambda \right) = \bar{i}. \quad (4)$$

Для простой гипотезы  $H_0$   $\bar{i} = \bar{i}_p$  при неизвестном значении параметра  $\sigma$  критерий Неймана – Пирсона сводится к определению критической области с помощью соотношения (5):

$$C_{НП} = \frac{\bar{i} - \bar{i}_p}{\sigma} \geq \lambda, \quad (5)$$

где

$$\bar{i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n i_k; \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (i_k - \bar{i})^2}.$$

Результат проверки полученных соотношений (3-5) критерия Неймана-Пирсона представлен на рис. 3.

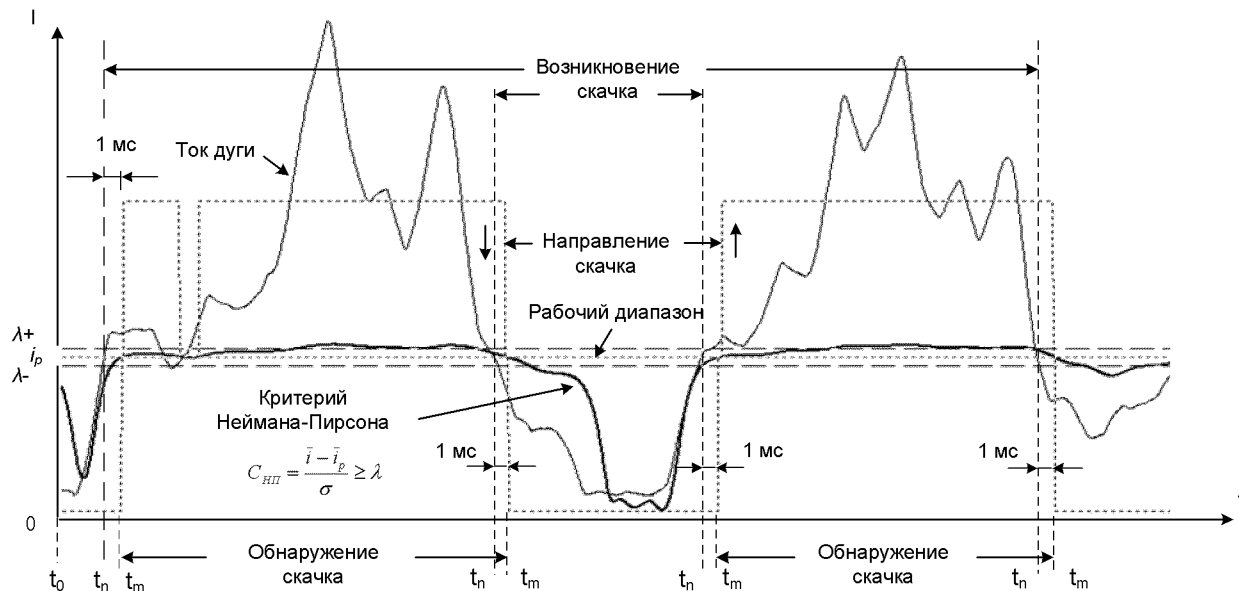


Рисунок 3 – Реализация критерия Неймана-Пирсона

Из рисунка рис. 3 следует, что обнаружение скачка среднего значения рабочего тока дуги  $t_n$  с помощью критерия Неймана-Пирсона осуществляется быстрее (время обнаружения - 1 мс), чем в системе управления по отклонению напряжения от заданного значения (время обнаружения - 30 мс). Момент обнаружения скачка и направление скачка может служить сигналом для системы управления перемещением рабочего инструмента.

## Выводы

Использование статистических критериев, таких, как критерий Неймана-Пирсона позволяет осуществить обнаружение скачкообразного изменения среднего значения тока дуги с минимальным запаздыванием, что позволяет создать эффективную систему управления процессом размерной обработки дугой, предотвратить развитие процесса короткого замыкания и обрыва дуги за счет своевременного формирования сигнала управления приводом перемещения рабочего инструмента и поддержания постоянной величины межэлектродного промежутка в процессе обработки детали.

## 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. Носуленко В.І., Боков В.М., Великий П.М., Широботько В.П., Гросул І.А. Верстат електроерозійний копіювально – прошивний моделі “АМ - 1”. Технічний опис. Інструкція по експлуатації. Технічний паспорт. Кировоград: 2004. – 61 с.
3. Корольюк В.С. Справочник по теории вероятности и математической статистике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 640 с.

*Н.Смирнова*

**Примінення критерію Неймана-Пірсона для виявлення стрибкоподібної зміни середнього значення струму**

Наводиться рішення задачі виявлення в реальному масштабі часу стрибкоподібній зміни середнього значення струму в процесі розмірної обробки дугою на основі статистичного критерію Неймана-Пірсона з метою підвищення якості системи управління процесом обробки деталі.

*N Smirnova*

**Adaptation of Neymann–Pearson criterion for detecting discontuons change of arc current average value**

A solution of the problem in real time detecting, an abrupt change in the average current in the arc size treatment on the basis Neymann - Pearson statistical ratio test to improve the quality management system the processing details.

Одержано 30.03.10