

Стохастический анализ параметров дуги и электропривода подачи электрода-инструмента процесса размерной обработки дугой

Ю.А. Ермолаев, Г.В. Савеленко

Кировоградский национальный технический университет

Стохастические методы исследования процессов управления являются важным и необходимым инструментом при анализе и синтезе систем автоматического управления (САУ).

Авторами разработан электромеханический привод подачи электрода-инструмента (ЭИ) взамен гидравлического привода [1]. Для синтеза САУ дугой нужно знать характер возмущений, действующих на электропривод. В ранних и последних работах технологов, а также автоматчиков, исследующих процесс размерной обработки дугой (РОД), статистические методы не использовались. Случайные факторы (в частности, процессы горения дуги), действующие на рабочие органы электроэрозионного станка РОД, могут быть причиной появления случайных составляющих нагрузок приводного двигателя ЭИ.

Вычисления по экспериментальным данным статистических характеристик оценки математического ожидания m , дисперсии D , среднеквадратического отклонения σ , корреляционной функции $R(\tau)$ и спектральной плотности $S(f)$ для рядов данных $I_{дуги}(t)$, $U_{дуги}(t)$, $I_{двиг}(t)$, $U_{двиг}(t)$, выполнялись с помощью программного обеспечения «PowerGraph Professional». В результате оказалось возможным сопоставление статистических характеристик $I_{дуги}(t)$, $U_{дуги}(t)$ со статистическими характеристиками $I_{двиг}(t)$, $U_{двиг}(t)$, $\omega_{двиг}(t)$. Во время проведения эксперимента учитывалось влияние изменений условий прожига металла: учет марки металла; диаметр, форма и материал электрода; глубина прожига. Необходимая точность исследования определялась задаваемой погрешностью при определении оценок вероятностных характеристик в пределах 5 – 10%.

Запись осциллограмм рядов данных производилась с помощью измерительного комплекса (ИК) [2], который позволяет производить скорость записи на частотах дискретизации до 100 кГц, выбор необходимой частоты дискретизации выполняется программно с помощью входящего в его состав программного обеспечения. Применяемый ИК позволяет проводить квантование по времени до $\Delta t=0,01$ мс. Это достаточно малый интервал времени по сравнению с расчетным.

Для того, чтобы получить достоверные выборочные оценки спектральных плотностей применяем спектральные окна Rectangle, Triangle, Hann, Hamming, Blackman и другие при разных размерах спектрального окна. В работе [3] приведены примеры стягивания спектрального окна и влияние этой операции на вид спектральной оценки. Например, при общей выборке в 340121 точек размер спектрального окна изменялся при значениях $L = 62536, 32768, 16384, 8132, 2048$ и 1024. В [3] также дается физическая интерпретация выбросов спектра. На рис. 1 показаны спектры параметров дуги и привода. Самый

большой и широкий пик $S_{I_{\text{дуги}}}(f)$ на частоте $f=300$ Гц, что соответствует частоте работы выпрямителя источника питания дуги. Спектр тока двигателя имеет спокойный характер и только при частоте 9 кГц имеет место выброс энергии, особенно это четко видно при $L = 2048$. Этот пик объясняется работой ШИМ преобразователя. На частоте $f = 50$ Гц мы видим совпадение всех трех пиков спектров, что можно объяснить наводками сети, особенно в измерительные системы тока якоря двигателя $I_{\text{якоря}}(t)$ и напряжения якоря $U_{\text{якоря}}(t)$.

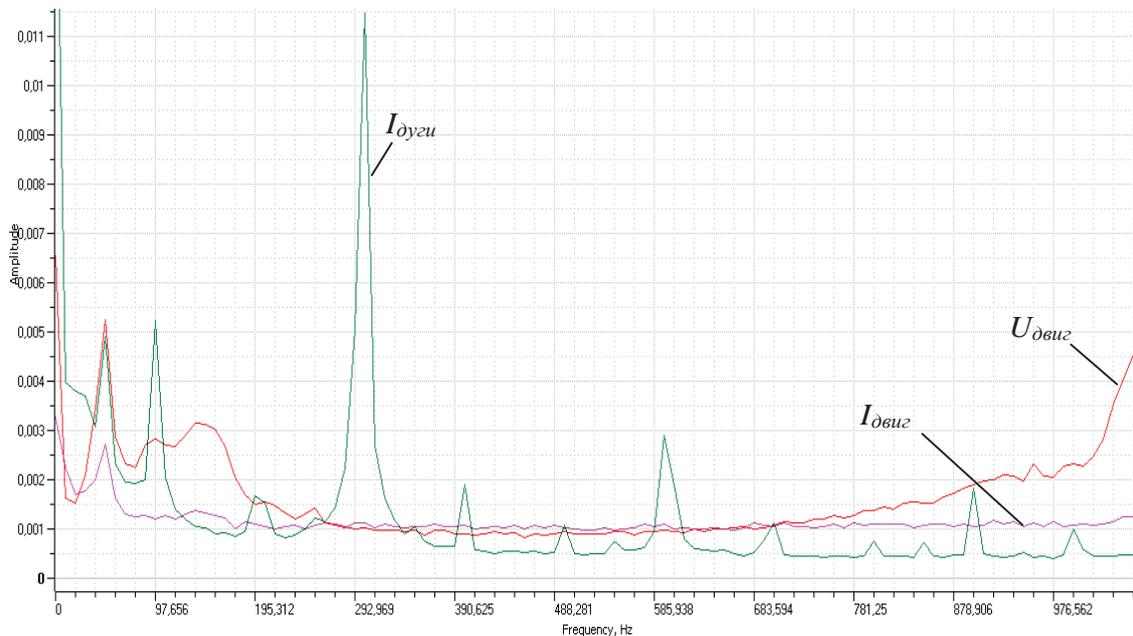


Рис. 1. Осциллограммы спектральной плотности $I_{\text{дуги}}(t)$, $I_{\text{якоря}}(t)$, $U_{\text{якоря}}(t)$ на частотах от 0 до 1 кГц

Очень важно отметить следующие особенности анализа спектров тока дуги $I_{\text{дуги}}(t)$ и тока якоря двигателя – не совпадения обоих спектров даже при частоте сварочного источника питания $f = 300$ Гц. Отсюда следует вывод о очень слабой корреляции этих временных процессов.

Література

1. Єрмолаєв Ю.О. Дослідження САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом. I. Основні фактори, що впливають на процес / Ю.О. Єрмолаєв, П.М. Великий, Г.В. Савеленко // Зб. наук. праць КНТУ. Вип.19. Кіровоград: КНТУ, 2007. – С. 270-273
2. Савеленко Г.В. Дослідження САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом. II. Інформаційно-вимірювальний комплекс для проведення експериментальних досліджень / Г.В. Савеленко, Ю.О. Єрмолаєв, В.М. Каліч // Зб. наук. праць КНТУ. Вип.25 (ч.2). Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 266-272
3. Звіт про НДР № держреєстрації 0111U007658. Використання інформаційних технологій на базі кореляційно-спектрального аналізу вибірок осцилограм технологічних параметрів функціональних вузлів електроерозійного верстату для розмірної обробки дугою. Кіровоград: КНТУ, 2012 – 137 с. (Вик. Єрмолаєв Ю.О., Савеленко Г.В.)