

УДК 621.34:621.313:621.9:62.83

Г.В.Савеленко, асист., Ю.О.Єрмолаєв, доц., канд. техн. наук,
В.М. Каліч, проф., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом.

ІІ. Інформаційно-вимірювальний комплекс для проведення експериментальних досліджень

В статті розглянутий інформаційно-вимірювальний комплекс, що дозволяє проводити реєстрацію основних технологічних параметрів процесу РОД на верстаті розмірної обробки дугою з електромеханічним приводом.

лінійний датчик струму, вимірювальний канал, аналогово-цифровий перетворювач, обробка сигналів в режимі реального часу

Вступ. Аналіз і синтез перехідних і усталених режимів роботи САУ електроприводом подачі електрода інструмента (ЕІ) процесу розмірної обробки дугою (РОД) неможливий без отримання достовірної інформації про параметри горіння дуги та реакції електроприводу. Необхідно відмітити наступне: дослідження процесів РОД відбувається з технологічних позицій або з позицій дослідження гідравлічного приводу.

Проведення імітаційного моделювання нелінійної САУ процесу РОД на верстаті з електромеханічним приводом, конструкція якого розглянута в [1, 2] традиційними методами аналізу і синтезу, що ґрунтуються на апараті передаточних функцій і теорії систем підлеглого регулювання може проводитись тільки при досить грубих припущеннях [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження технологічного процесу РОД розглядається в багатьох працях таких авторів, як Носуленко В.І., Боков В.М., Чумаченко О.С., Сіса О.Ф. та інші [4, 5, 6, 7]. Дослідження транзисторного електроприводу постійного струму з широтно-імпульсною модуляцією розглядається в працях Аржанова В.В., Охоткіна Г.П., Белова Г.А., Мелешина В.І., Сімакова Г.М. та інших [8, 9, 10, 11], де відмічаються такі якості транзисторного привода як надійність, великий діапазон регулювання частоти обертання, швидкодія, точність позиціонування.

Мета статті: обґрунтування розробки та впровадження інформаційно-вимірювального комплексу для реєстрації режимів стаціонарного горіння дуги, обриву і короткого замикання дуги (нестационарні режими), фіксація реакції привода на збурюючі впливи. Отримані оцилограми (часові ряди струму і напруги дуги процесу РОД та струму і напруги двигуна подачі ЕІ) необхідні для отримання апріорної інформації про процеси об'єкта дослідження і використання її в подальшому для аналізу роботи привода в різних режимах та для обробки часових рядів стохастичними методами.

Методи вирішення задачі: вибір і опис сучасних датчиків, необхідних для підключення до вимірювальних каналів; розробка інформаційно-вимірювального комплексу для експериментальних досліджень: апіорна обробка осцилограм, отриманих при різних режимах роботи системи автоматичного управління переміщенням електрода-інструмента.

Основні матеріали дослідження. Для аналізу статичних і динамічних режимів роботи систем розробленого експериментального верстата був розроблений інформаційно-вимірювальний комплекс (ІВК) [12], що дозволяє вимірювати миттєві значення струму і напруги дуги процесу РОД та струму і напруги двигуна подачі електрода-інструмента (ЕІ).

Структурна схема розробленого ІВК зображена на рис. 1. Вимірювальні канали по напрузі побудовані по схемі вимірювання, яка дозволяє знімати сигнал з об'єкта дослідження без застосування гальванічної розв'язки. Схема принципова електрична блока спряження і захисту наведена на рис. 1 і є ідентичною як для вимірювального каналу напруги міжелектродного проміжку так і для напруги на якорі двигуна подачі ЕІ. Вимірювальні канали струму процесу РОД та струму двигуна подачі ЕІ будуються за однаковим принципом, так як мають однаковий первинний перетворювач: лінійний датчик струму компанії Honeywell типу CSLA1CH, технічні параметри якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики датчика струму відкритого типу компанії Honeywell [13]

| Найменування датчика струму | Сенсор | Діапазон, А | Напруга зсуву, В | Температурний дрейф, %/°С | Час відключення, мкс | Струм споживання, мА | Напруга живлення, В | Робоча температура, °С |
|-----------------------------|----------|-------------|------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| CSLA1CH | 91SS12-2 | ±150 | $U_a / 2$ | ±0,005 | 3 | 19 | 8...16 | -40...150 |

Блок спряження і захисту для каналу струму перетворює напругу зовнішнього джерела живлення ± 12 В в ± 5 В, яким і живиться датчик струму. Сигнал з вихідних контактів датчика струму надходить на операційний підсилювач AD8138 з коефіцієнтом передачі 1:1, що дозволяє провести уніфікацію вхідного ланцюга мікросистеми збору даних.

Попередня реєстрація сигналів з ціллю визначення їх характеру, а також з ціллю визначення необхідних параметрів аналогово-цифрового перетворювача показала, що перетворювач повинен забезпечувати частоту дискредитації одного каналу не менше ніж 20 кГц. Діапазон вхідної напруги перетворювача повинен складати ± 10 В, орієнтуючись на датчики струму і напруги. Кількість аналогових входів повинно бути не менше чотирьох. Усім вище означеним критеріям відповідає вітчизняна мікросистема збору даних виробництва ХОЛИТ Дэйта Системс типу m-DAQ12 [14], яка й була вибрана нами для побудови ІВК. Мікросистема дозволяє працювати з 4-ма диференційними або 8-ма каналами із загальною землею для введення аналогових сигналів.

Кожен з аналогових каналів підключається до АЦП через програмно-керуємий підсилювач, що дозволяє задавати один з чотирьох діапазонів вимірювання напруги

($\pm 10 \text{ В} \pm 5 \text{ В}$, $\pm 2.5 \text{ В}$, $\pm 1.25 \text{ В}$). Модулі забезпечують безперервний (синхронізований по внутрішньому таймеру) збір даних на частотах дискретизації АЦП від 65 Гц до 100 кГц.

Миттєві значення струму і напруги після блоків спряження та захисту надходять на клемну плату DB-25С, а далі на мікросистему збору даних з інтерфейсом USB типу m-DAQ12.

Програмне забезпечення мікросистеми містить драйвери, DLL-бібліотеку і приклади роботи з нею, ІІb-бібліотеку для середовища графічного програмування Labview, і програму «Осцилограф-реєстратор». Програмне забезпечення, що поставляється разом з мікросистемою збору даних не дозволяє організувати запис, візуалізацію, обробку та збереження результатів експерименту без застосування сторонніх продуктів обробки.

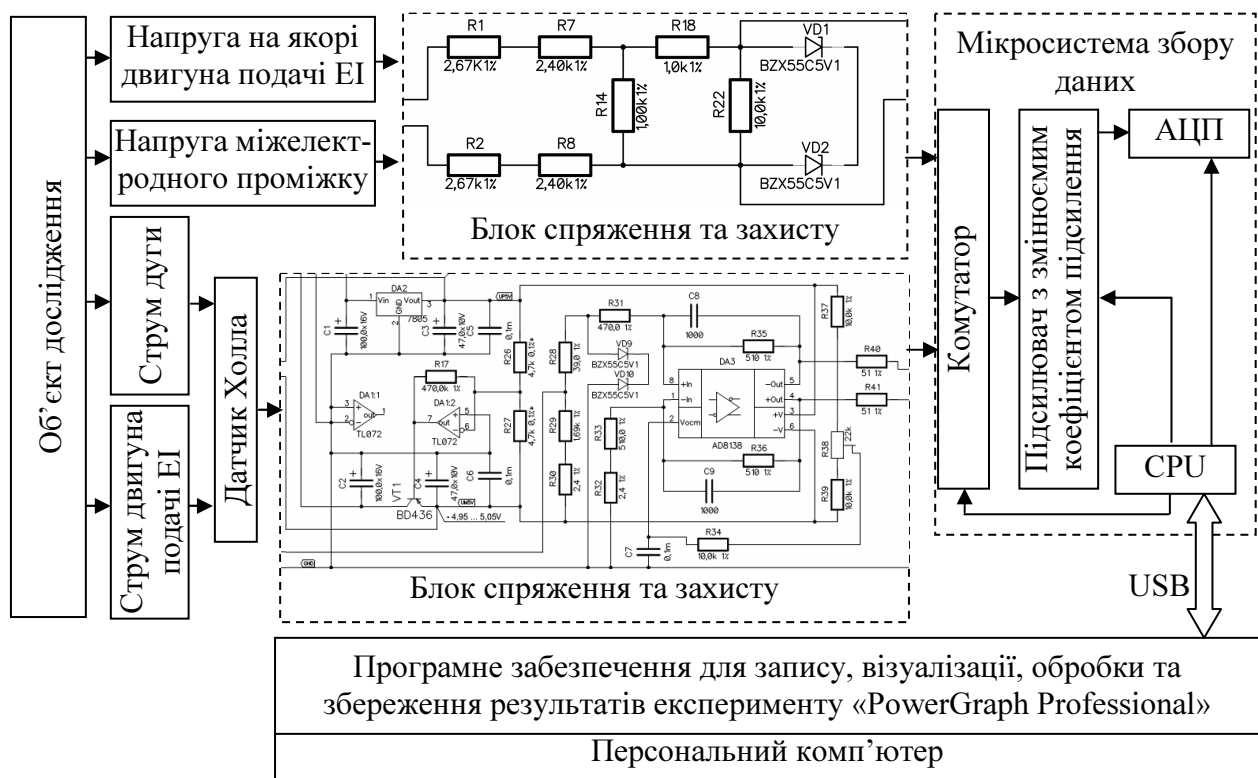


Рисунок 1 – Структурна схема ІВК для проведення експериментальних досліджень

Для виконання вище означених функцій був вибраний програмний продукт «PowerGraph Professional», який задовольняє всім вимогам і може працювати в складі з вибраною мікросистемою збору даних. До складу програми «PowerGraph Professional» входить бібліотека функцій математичної і цифрової обробки сигналів, призначених для проведення обчислень і отримання розрахункових даних. Функції обробки сигналів можуть бути використані як після закінчення реєстрації (режим пост-обробки), так і безпосередньо в процесі отримання даних з мікросистеми збору даних m-DAQ12 (режим реального часу) [15].

Характерні часові ряди значень вимірювальних каналів, отримані в ході проведення експериментальних досліджень, наведені на рис. 2-4. На рис. 2 зображені миттєві значення вимірювальних величин при стаціонарному процесі роботи САУ. Цей процес є квазіоптимальним режимом обробки деталі при РОД, який характеризується

незначним коливанням миттєвих значень напруги дуги 25...35 В та струму дуги, значення якого залежить від підведеної потужності джерела живлення дуги. Стаціонарному процесу горіння дуги та роботи САУ передують зона нестійкого горіння дуги, яка характеризується частими і тривалими обривами горіння дуги (напруги) і перехід її в зону напруги холостого ходу джерела живлення дуги (рис. 3, зона *B*) по відношенню до зони стаціонарного горіння дуги (рис. 3, зона *A*). Миттєві значення вимірювальних каналів, зображені на рис. 3, будуть знаходитись в зонах *A* та *B* доти, поки швидкість подачі ЕІ не буде дорівнювати швидкості зйому металу процесом РОД, причому чим менша зона *B* і більша зона *A* тим ближче до квазіоптимального режиму обробки деталі. На рис. 4 зображений режим короткого замикання дуги при РОД і реакція струму якоря на нього. Зона *C* показує час запізнення реакції струму якоря, яка має зворотний зв'язок по напрузі дуги. Відрізок *D* показує криву перехідного процесу по напрузі двигуна, а відрізок *E* криву перехідного процесу по каналам роботи транзисторного перетворювача (струм двигуна подачі), причому по графічному зображенню відрізків *D* та *E* можна зробити висновок про взаємну кореляцію каналів напруги і струму двигуна подачі ЕІ.

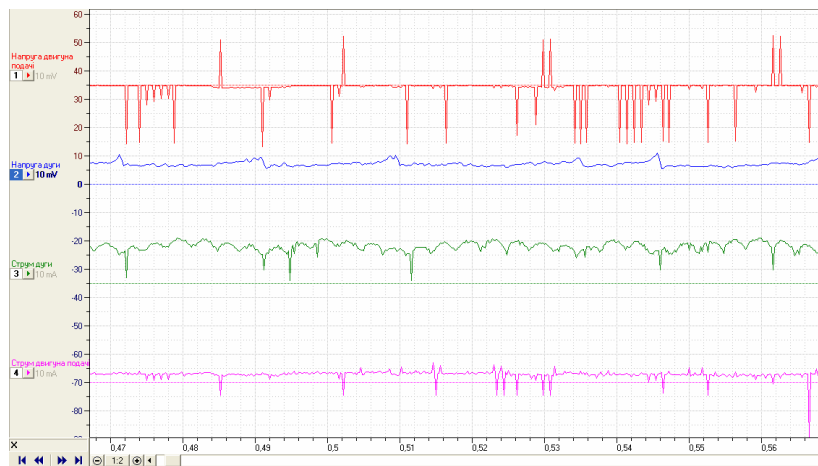
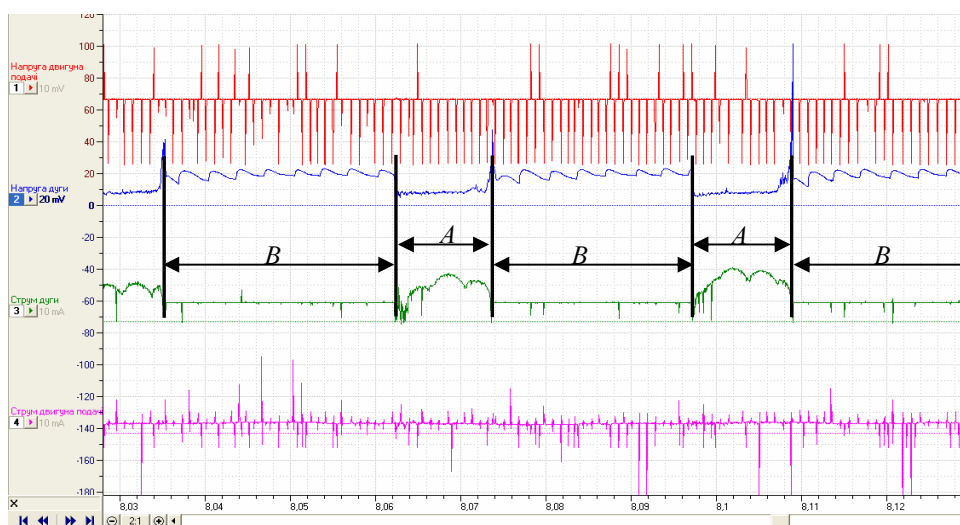
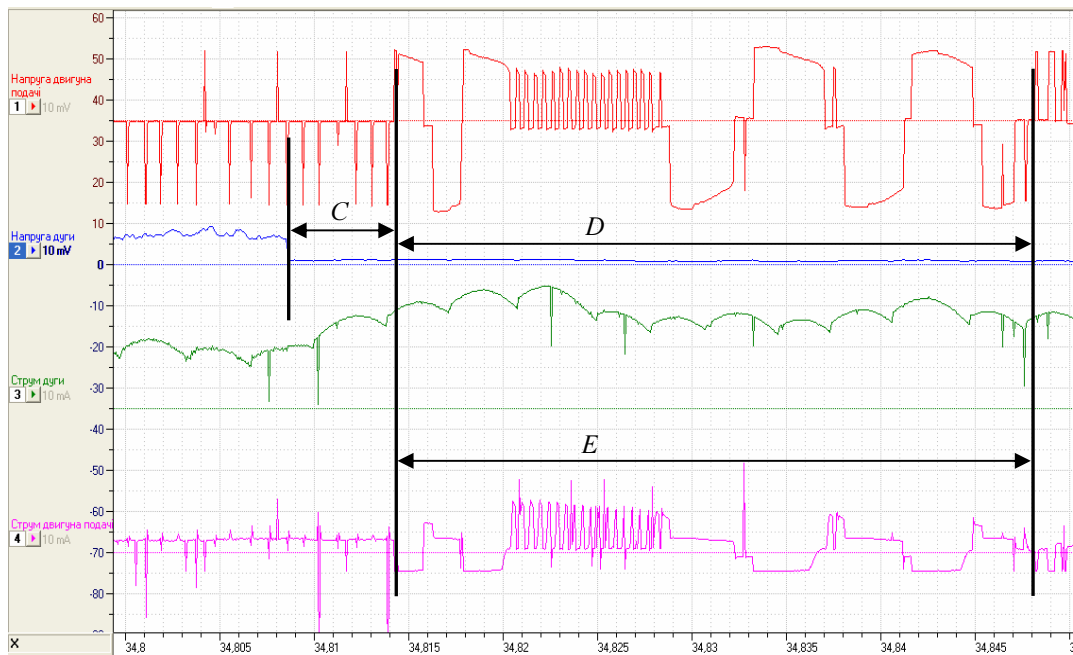


Рисунок 2 – Стаціонарний процес роботи САУ при обробці деталі



А – зона стаціонарного горіння дуги; В – зона обриву дуги

Рисунок 3 – Процес роботи САУ



С – зона реакції привода подачі EI; D, E – зона перехідного процесу

Рисунок 4 – Реакція привода подачі EI при КЗ

Висновки:

1. Застосована мікросистема збору даних працює з достатньою швидкістю і точністю;
2. По зовнішньому виду часових рядів можливо визначити характер та режим роботи РОД і привода подачі EI, як в стаціонарному так і нестационарному режимах;
3. Отримані осцилограми показують, що «чистий» електропривод має інший характер кривої миттєвих значень струму і напруги, чим реакція привода отримана з урахуванням впливу процесів в електроерозійній головці АМН-1;
4. Із аналізу осцилограм визначені наступні показники: реакція струму якоря на збуджуючу дію (час запізнення) $\tau_{зан} = 0,0058$ с; реакція струму якоря при зміні напрямку руху електрода на протилежне має коливальний характер і його час перехідного процесу складає $\tau_{mn} = 0,0337$ с;
5. Отримані часові ряди можна обробити ймовірнісними методами з застосуванням кореляційно-спектрального аналізу.

Список літератури

1. Єрмолаєв Ю.О., Савеленко Г.В. Розробка САУ електромеханічного привода верстата типу «ДУГА» на базі «ЭШИМ-1» // Збірник наукових праць КНТУ. Вип.15. Кіровоград: КНТУ, 2004. – С. 270-273.
2. Звіт про НДР № держреєстрації 0111U007656. Модернізація електромеханічної частини привода подачі електроерозійного верстата для розмірної обробки дугою. /Вик. Єрмолаєв Ю.О., Савеленко Г.В./ Кіровоград: КНТУ, 2011. – 34 с.
3. Симаков Г.М., Кромм А.А. Быстродействующий микроэлектродный с амплитудно-импульсным управлением. /Электричество, 1997, №12, С. 47-50.
4. Носуленко В.И. Размерная обработка металлов стационарной электрической дугой: Дис. канд. техн. наук: 05.03.04. – Кіровоград, 1977. – 202 с.
5. Боков В.М. Розмірне формування поверхонь електричною дугою: Монографія. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс ЛТД», 2002. – 300 с.

6. Чумаченко О.С. Размерная обработка электрической дугой листовых деталей. – Рукопись: Дис. канд. техн. наук: 05.03.07 – Процессы физико-технической обработки. Киевский политехнический институт, Киев, 2002 р.
7. Носуленко В.І., Ермолаев Ю.О., Сіса О.Ф., Телюта Р.В. САК кроковим електроприводом для верстату розмірною обробки дугою. Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету /Техніка в сільському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Випуск 11., Кіровоград, 2002.- С. 212-215.
8. Аржанов В.В., Фадеев В.С. Оптимизация параметров широкорегулируемого электропривода постоянного тока. В сборн.: Автоматизация электромеханических систем. Новосибирск: НЭТИ, 1983.- С. 18-28.
9. Охоткин Г.П., Дмитриев А.В. Динамическая модель электропривода ЭШИМ-1. Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: Материалы IV всерос. науч.-тех. конф. Чувашский государственный университет. Чебоксары, 2002.- С. 116-122.
10. Белов Г.А., Охоткин Г.П. Динамические модели электропривода с ШИМ. Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: Материалы IV всерос. науч.-тех. конф. Чувашский государственный университет. Чебоксары, 2002.- С. 101-109.
11. Мелешин В.И. Теория и проектирование стабилизированных транзисторных преобразователей постоянного напряжения с широтно-импульсной модуляцией. Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. - М.: МЭИ.- 1987.- 30с.
12. Звіт про НДР № держреєстрації 0111U007657. Розробка інформаційно-вимірювального комплексу для реєстрації стохастичних параметрів роботи електроерозійного верстата для розмірної обробки дугою. /Вик. Ермолаев Ю.О., Савеленко Г.В./ Кіровоград: КНТУ, 2012. – 25 с.
13. А. Маргелов. Датчики тока компании Honeywell. Журнал Chip News №7, 2005. С. 95-99
14. Руководство пользователя V1.2. m-DAQ12. Микросистема сбора данных с интерфейсом USB. ХОЛИТ Дэйта Системс.
15. Справочное руководство ПО «PowerGraph» [Электронный ресурс]: <http://www.powergraph.ru/>

Г. Савеленко, Ю. Ермолаев, В. Калич

Исследование САУ процесса РОД на станке с электромеханическим приводом. II. Информационно измерительный комплекс для проведения экспериментальных исследований

В статье рассматривается информационно-измерительный комплекс, который позволяет проводить регистрацию основных технологических параметров процесса РОД на станке размерной обработки дугой с электромеханическим приводом.

G. Savelenko, Y. Ermolaev, V. Kalich

Research automatic control of ROD process on a machine with an electromechanical drive. II. Information-measuring system for experimental research

The article discusses the information measuring system which allows registration of the main technological parameters of the ROD on the machine dimensional processing of arc with an electromechanical drive.

Одержано 17.02.12