

УДК 621.9.047

В. А. Полетаев, И. С. Сыркин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Целью экспериментальных исследований является проверка теоретических результатов, полученных при проектировании САУ.

Основными задачами исследования являются:

- исследование процесса ЭЭО как объекта управления;
- исследование основных свойств разработанной САУ процессом ЭЭО.

Для проведения исследований реализации процесса ЭЭО и разработанной САУ был спроектирован и изготовлен экспериментальный образец копировально-прошивного станка, принципиальная схема которого представлена на рис. 1 [1, 2].

Станина 1 выполнена в виде сварной конструкции, на которой крепится неподвижный рабочий стол 2 и каретка вертикального перемещения 4. Вертикальное перемещение осуществляется с помощью тягового устройства ходовой винт – гайка и является установочными. Рабочее пере-

мещение ЭИ осуществляется с помощью линейного сервопривода 5. Ванна с рабочей жидкостью 3 устанавливается на рабочем столе 2 и герметично крепится к нему. Для изоляции станины и рабочих органов установлены изоляционные прокладки 7. Для перекачки рабочей жидкости используется шестеренный насос Г11. В качестве фильтров 11 – фильтр тонкой очистки П4-2Ф. Вертикальное перемещение инструментальной головки определяют по индикатору часового типа.

Станок обеспечивает обработку фасонных поверхностей и отверстий, профиль которых соответствует профилю ЭИ. Гидравлическая система для перекачки рабочей жидкости представляет возможность вести обработку как с прокачкой рабочей жидкости через МЭП, так и без прокачки. Гидравлическая система включает в себя насос 1, фильтры 11 и предохранительный клапан 10. Насос перекачивает предварительно отфильтрованную рабочую жидкость либо только в ванну, либо (при работе с прокачкой) в ванну и дополнительно через отверстия в ЭИ в МЭП. В рабочей ванне имеются сливные отверстия, через которые при превышении уровня рабочей жидкости выше заданного избытка возвращается в бак. Установка заготовки осуществляется на столе с универсальным приспособлением для ориентации относительно ЭИ. При необходимости точной установки ЭИ относительно заготовки имеется возможность использования специальных регулируемых приспособлений.

В блоке управления располагается САУ электроэрозионным станком, структурная схема которой представлена на рис. 2.

САУ содержит три канала управления: сервоприводом 1, генератором тока 2 и системой про-

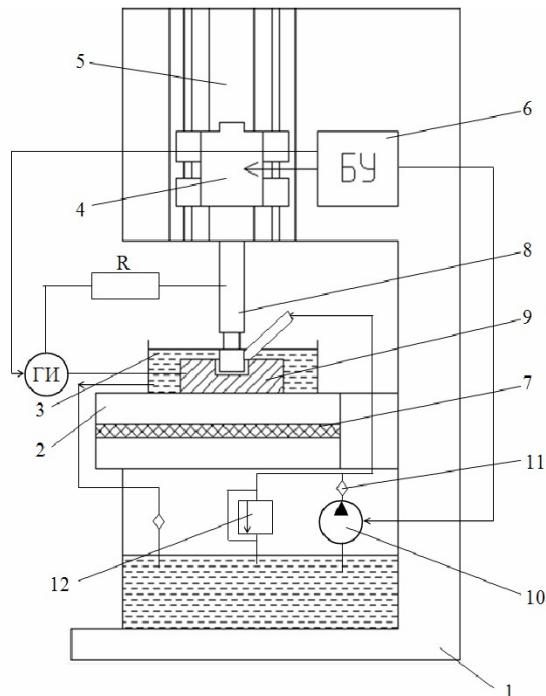


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментального образца копировально-прошивного электроэроздионного станка: 1 – станина станка; 2 – рабочий стол; 3 – ванна с рабочей жидкостью; 4 – каретка вертикального перемещения; 5 – линейный сервопривод; 6 – блок управления; 7 – изоляционная прокладка; 8 – электроэроздионный инструмент; 9 – обрабатываемая заготовка; 10 – насос; 11 – фильтр; 12 – предохранительный клапан

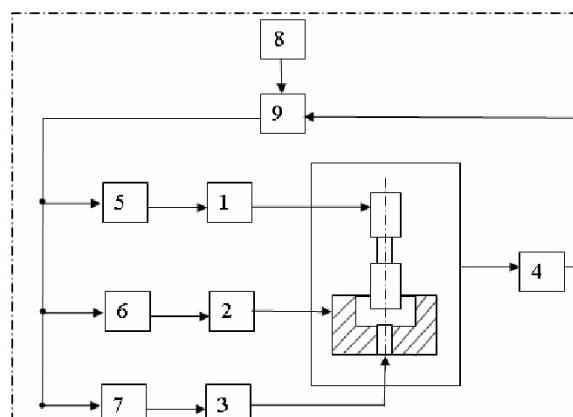


Рис. 2. Структурная схема адаптивной системы управления электроэроздионным станком

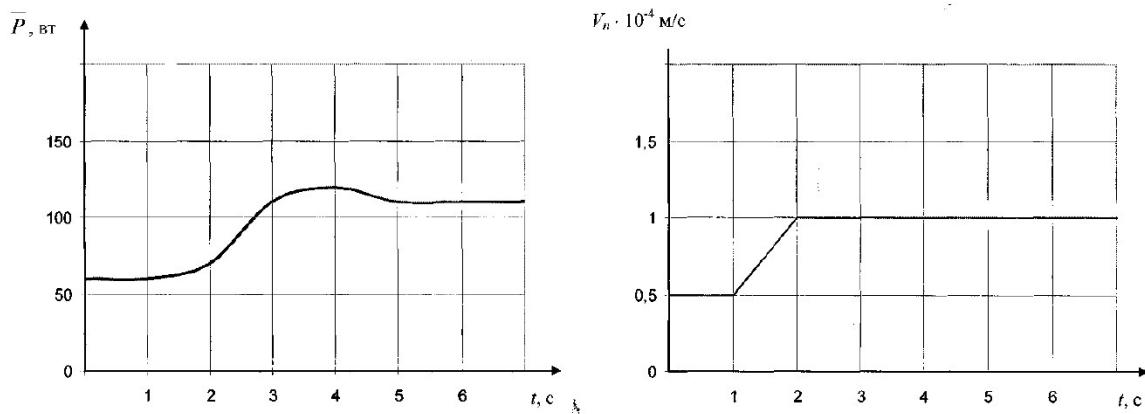


Рис. 3. График переходного процесса в канале "скорость подачи – средняя мощность" ОУ при ступенчатом изменении V_n

качки рабочей жидкости 3.

Управление сервоприводом, генератором импульсов и системой прокачки осуществляется посредством микропроцессоров 5, 6 и 7.

Адаптивное управление процессом ЭЭО осуществляется микропроцессором 9. Оптимальные режимы обработки в зависимости от требуемых технологических характеристик, рассчитанные в "Автоматическом технолого" 5, являются исходными при адаптивном управлении. Адаптивное регулирование может осуществляться, например, методом проб и ошибок. Критерием оптимальности является максимум производительности.

Состояние ЭЭО определяется по анализатору 4. Измеряемыми величинами являются: разрядное напряжение us , время задержки пробоев (ВЗП), эффективность η использования импульсов.

Регулируемые параметры: время t_0 паузы между импульсами, величина эрозионного промежутка (ЭП) или координата ЭИ, расход жидкости.

На вход главного микропроцессора 9 поступают измеряемые величины, на выход – координата ЭИ (пропорциональная величине ЭП), для микропроцессора 5, значения t_i , t_0 , u_i и i_e для микропроцессора 6, управляющего генератором 2, и значение расхода жидкости для микропроцессора

7, управляющего системой прокачки 3.

Исследование производилось на получистовой операции при следующих технологических параметрах:

- площадь обрабатываемой поверхности – $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$;
- обрабатываемый материал – сталь 40Х;
- материал электрода-инструмента – медь М1;
- рабочая жидкость – сырье углесодержащее РЖ-3.

Цель эксперимента – получение графика переходных процессов на выходе объекта и системы управления при типовых воздействиях, подаваемых на вход, и их последующий анализ.

При исследовании объекта управления размы-

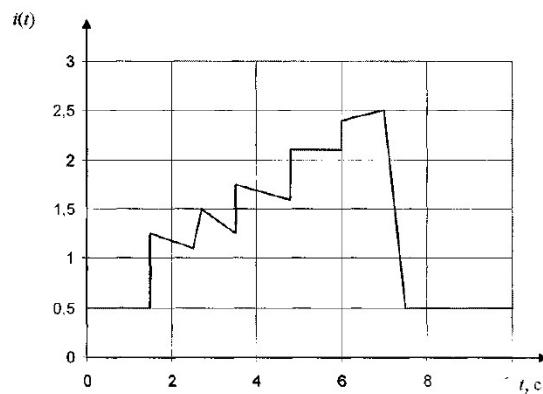
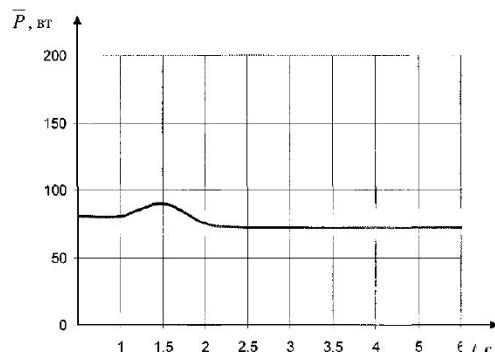


Рис. 4. График переходного процесса при ступенчатом воздействии

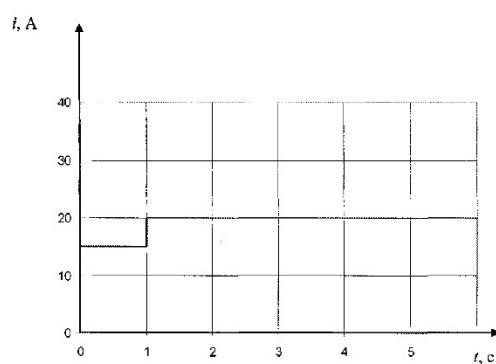


Рис. 5. Графики переходных процессов средней мощности и тока при ступенчатом изменении задающего воздействия i

кались все обратные связи системы. При исследовании динамических характеристик САУ размыкалась обратная связь по экстремизирующему показателю объекта.

Регистрация переходных процессов проводилась с помощью модуля АЦП, входящего в состав контроллера, обеспечивающего управление процессом ЭЭО.

1. Исследование переходных процессов обработки в объекте управления.

В проведенных экспериментах фиксировались сигналы средней мощности, подводимой к МЭП, и тока разряда [\bar{P} и $i(t)$] при скачкообразных изменениях входных воздействий – скорости подачи ЭИ и напряжения источника питания (V_n и V_u). Ступенчатое изменение скорости подачи осуществлялось путем подачи соответствующей цифровой команды на контроллер привода подачи. Для изучения переходных процессов, вызванных ступенчатым изменением напряжения источника питания, на объект подавалась последовательность ступенчатых возрастающих и убывающих по амплитуде импульсов. Амплитуда каждой ступени изменения тока выбиралась в пределах 20 % от номинального значения, число ступеней – 5.

На рис. 3 и 4 приведены осциллограммы $\bar{P}(t)$ и $i(t)$, снятые при ступенчатых воздействиях. Анализ форм кривых показывает, что переходные

процессы в канале "скорость подачи – средняя мощность" объекта управления при ступенчатом изменении V_n .

Процессы в прямых каналах объекта управления близки к апериодическим. Значения коэффициентов передачи и постоянных времени, найденных по экспериментальным зависимостям, соответствуют расчетным значениям этих параметров.

2. Исследование кривых переходных процессов САУ.

Экспериментальные исследования основных показателей качества процесса управления САУ проводились путем регистрации управляемых параметров системы [P и $i(t)$] при обработке типовых изменений задающих воздействий.

В качестве типовых воздействий использовались входной сигнал оптимизатора, генератор шага которого работал в режиме принудительного запуска.

На рис. 5 приведены осциллограммы переходных процессов в каналах средней мощности и тока разрядных импульсов, полученные при скачкообразном изменении величины $i(t)^0$ на 20 %. Сравнение данных кривых с расчетными, полученными путем моделирования САУ на ЭВМ, дает хорошее совпадение.

3. Анализ поисковых режимов работы экстремальной САУ.

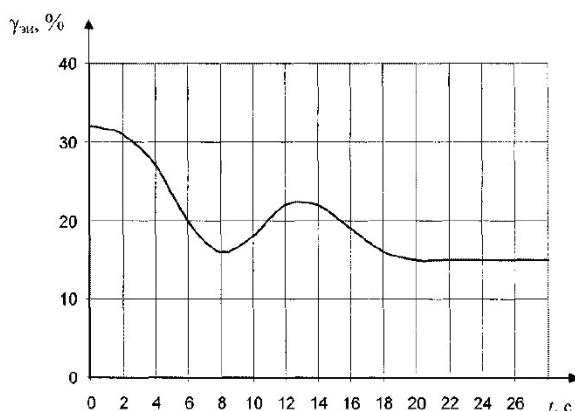
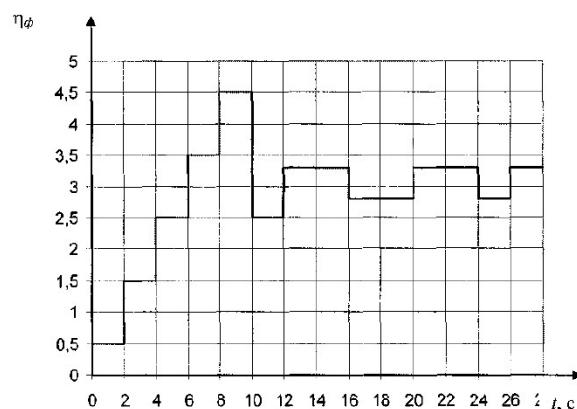


Рис. 6. График поисковых движений системы. Начальные условия $\eta = 0,3$

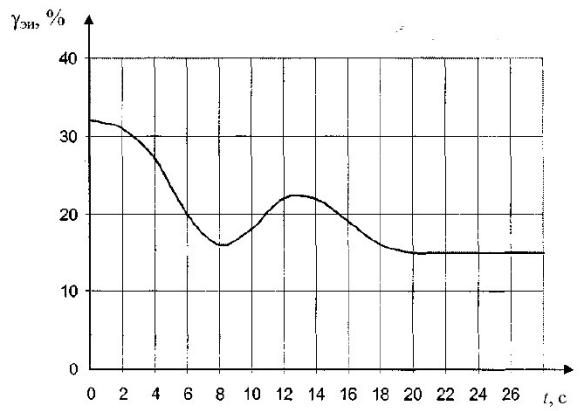
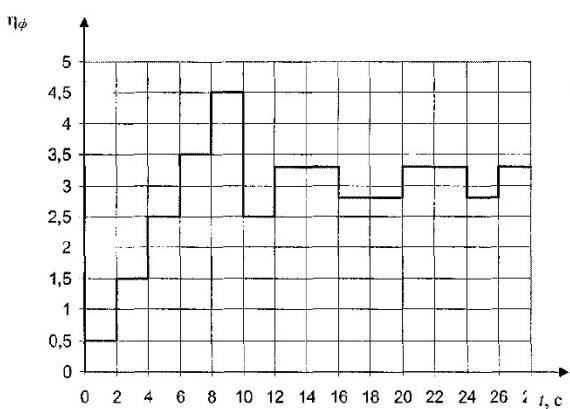


Рис. 7. График поисковых движений системы. Начальные условия $\eta = 5$

Проводилось экспериментальное исследование поведения разработанной САУ в режиме шагового поиска экстремума показателя скорости износа ЭИ – $\gamma_{ЭИ}$. При этом проверялся заданный алгоритм движения рабочей точки (η_ϕ) в направлении к экстремуму с одновременной регистрацией величины показателя износа электродоинструмента $\gamma_{ЭИ}$.

Эксперимент проводился для двух положений начальной рабочей точки.

В первом положении исходной координатой начала поисковых движений системы явилось $\eta_\phi = 0,3$, что соответствует квазипрямоугольной форме импульсов тока.

Во втором, начальная рабочая точка перемещалась к противоположной границе диапазона изменения η_ϕ : $\eta_\phi = 5$, что соответствует пологонарастающим импульсам тока. Амплитуда начальных рабочих ходов $\Delta\eta_{фo}$ рассчитывалась по формуле [1]

$$\eta_{фo} = (c/K_e)^{1/r}, \quad (1)$$

где K_e – коэффициент, определяющий меру вогнутости экспериментальной функции; r – порядок экспериментальной функции.

Величина положительного порога c , ограни-

чивающего зону экстремума показателя $\gamma_{ЭИ}$, выбиралась равной 0,02.

Согласно (1), имеем $\Delta\eta_{фo} = c/10^{-5} - 0,1$.

Время выдержки системы на каждом поисковом шаге варьировалось от $t_{\text{min}} = 3$ до $t_{\text{max}} = 10$ с.

Изменение во времени задающего (η_ϕ) и экстремизирующего ($\gamma_{ЭИ}$) параметров представлены на рис. 6 и 7.

Анализ полученных кривых показывает, что система выходит в режим экстремума показателя $\gamma_{ЭИ}$, равное 20-30 с, что с точки зрения технологии является удовлетворительным по быстродействию. Кроме того, обеспечивается заданная работа системы в районе экстремума, при которой отклонение показателя $\gamma_{ЭИ}$ от экспериментальных значений не превышает трех процентов.

Таким образом, экспериментально подтверждено, что применяемый в системе шаговый поисковый алгоритм обеспечивает достаточное быстродействие, точность и надежность процесса минимизации параметра $\gamma_{ЭИ}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по программе "Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы) на 2006-2007 г.г." по проекту "Разработка системы управления с использованием теории нечетких множеств и нейронных сетей", код проекта 2.1.2-5232.
2. Полетаев В. А., Сыркин И. С. Адаптивная система управления процессом электроэррозионной обработки // Труды I Всероссийской научно-технической конференции "Современные пути развития машиностроения и автотранспорта Кузбасса". – Кемерово, 2007

□ Авторы статьи:

Полетаев
Вадим Алексеевич
- докт. техн. наук, проф., зав.каф.
информационных и автоматизированных производственных систем

Сыркин
Илья Сергеевич
- ассистент каф. информационных и
автоматизированных производственных систем

УДК621.797 : 629.114.41

Б.И. Коган, А.Л. Майтаков

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕМОНТНОГО БЛОКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕЛЮЩИХ ВАЛКОВ

В условиях ОАО «Мельком» (г.Кемерово) в линии для помола пшеницы используются мелющие валки с наружным рабочим слоем толщиной 10 мм из отбеленного никельхромистого чугуна (рис.1).

Валки приобретаются в Швейцарии (примерно 2 млн. руб. за комплект из 32 валков). Наработка до восстановления рабочей поверхности импортного валка – 6 лет, а отечественного - 1,5 – 2

года. Корпус валка диаметром 230 мм изготавливается из серого чугуна СЧ28, а рабочий слой диаметром 250 мм - из отбеленного никельхромистого чугуна с твердостью HRC 56–58.

На наружной поверхности наносятся функциональные рифы на шлифовальноорифельном станке модели ТТ43. Проблемой для предприятия является приобретение новых или восстановление изношенных валков. Использование для восста-